Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

REGIONI:
TOSCANA – EMILIA-ROMAGNA

METANODOTTO SESTINO – MINERBIO
DN 1200 (48") DP 75 bar

2° TRONCO: CASTELDELCI - SARSINA

REALIZZAZIONE MICROTUNNEL
Loc. Romagnano

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Firmato digitalmente da

Rocco Vincenzo Monaco

CN = Monaco
Rocco Vincenzo
C = IT

Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato/ Autorizzato	Data
4	Aggiornamento Emissione per appalto	V.QUARTARONE M.SCARAPAZZI	M. AGOSTINI F. CULTRERA	P. RUSSO G.BRIA	10/08/23
3	Emissione per appalto	V.QUARTARONE M.SCARAPAZZI	M. AGOSTINI F. CULTRERA	P. RUSSO G.BRIA	01/06/23
2	Revisionato per aggiornamento a NTC 2008	G.VECCHIO A.M. CARUSO	F. FERRINI	P. IORIO L.ROSSINI	30/11/10
1	Revisionato secondo commenti SRG	F.URBANI	F. FERRINI	P. IORIO L.ROSSINI	12/09/08
0	Emissione per informazione	F.URBANI	F. FERRINI	P. IORIO L.ROSSINI	20/06/08

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

1 GENERALITÀ 5

1.1 INTRODUZIONE 5

1.2 ELABORATI GRAFICI DI RIFERIMENTO 6

1.3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO 6

2 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'OPERA 7

2.1 RIFERIMENTI DELL'AREA NEI DISEGNI PROGETTUALI 7

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO 8

3.1 CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI 8

3.2 FORMAZIONI GEOLOGICHE AFFIORANTI LUNGO LE AREE DI INTERESSE 8

4 IDROGEOLOGIA 10

4.1 CARATTERISTICHE PIEZOMETRICHE DELL'AREA DI PROGETTO 12

5 ANALISI DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO 14

5.1 INTERFERENZE DELL'OPERA IN PROGETTO CON AREE A PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA (P.A.I.) 14

5.2 IFFI (INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI IN ITALIA 18

5.3 INTERFERENZE CON DISSESTI RILEVATI IN CAMPO 19

6 SISMICITÀ 20

6.1 SISMICITÀ STORICA 20

6.2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA 22

6.3 ZONAZIONE SISMOGENETICA 25

6.4 FAGLIAZIONE ATTIVA E CAPACE 28

6.4.1 Database D.I.S.S. 28

6.4.2 Database I.T.H.A.CA. 29

7 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA 30

7.1 MODELLO GEOLOGICO 35

7.2 INTERPRETAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE 36

7.2.1 Prove penetrometriche (SPT) 36

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

7.2.2 Prove di Laboratorio 37

7.3 MODELLO LITOTECNICO 38

8 GEOMETRIA E MODALITÀ ESECUTIVE DELL'ATTRAVERSAMENTO 40

8.1 MODALITÀ ESECUTIVE DELL'ATTRAVERSAMENTO 40

8.2 DESCRIZIONE DELLE FASI DI LAVORAZIONE DEL MICROTUNNEL 40

8.2.1 Preparazione aree di cantiere 40

8.2.2 Postazione di partenza ed installazione delle apparecchiature 41

8.2.3 Elementi tubolari in c.a. 41

8.2.4 Esecuzione del Microtunnel 41

8.2.5 Esecuzione del tunnel con tecnologia TBM 42

8.2.6 Controlli 43

8.2.7 Esecuzione postazione di uscita 43

8.2.8 Posizionamento del metanodotto nel Microtunnel 43

8.2.9 Riempimento intercapedine tra gli elementi del Microtunnel ed il terreno 43

8.2.10 Intasamento dei tunnel 43

8.2.11 Ripristino delle aree di cantiere e demolizione delle opere in c.a. 43

8.2.12 Descrizione dei mezzi d'opera 43

8.3 DESCRIZIONE DELLE FASI DI LAVORAZIONE DELLA T.B.M. 46

8.3.1 Preparazione aree di cantiere 46

8.3.2 Postazione di partenza ed installazione delle apparecchiature 46

8.3.3 Descrizione di una TBM 47

8.3.4 Esecuzione del tunnel con tecnologia TBM 47

8.3.5 Controlli 48

8.3.6 Esecuzione postazione di uscita 48

8.3.7 Riempimento intercapedine tra gli elementi del tunnel ed il terreno 48

8.3.8 Intasamento del tunnel 48

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

8.3.9 Ripristino delle aree di cantiere e demolizione delle opere in c.a. 49

9 CONCLUSIONI 50

10 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI 52

11 ANNESSI 53

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

1 GENERALITÀ

1.1 Introduzione

Nell'ambito della progettazione del metanodotto "Sestino-Minerbio DN 1200 (48''), DP 75 bar", all'interno del territorio comunale di Sarsina (FC), è stata prevista la realizzazione di un una galleria e di un microtunnel aventi una lunghezza planimetrica complessiva di circa 434 m (Figura 1-A), al fine di attraversare un'area collinare caratterizzata da alcune criticità geomorfologiche.
Lo scopo del presente documento è la ricostruzione dei caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici dell'area interessata dalla trenchless in progetto. A tale fine sono stati effettuati dei sopralluoghi e dei rilievi mirati che, unitamente alle informazioni di carattere bibliografico reperite e a seguito delle risultanze delle indagini geognostiche eseguite, hanno consentito di definire, in generale, le caratteristiche litotecniche dei terreni entro cui l'opera si inserisce.
Il presente documento è redatto in conformità all'art. 41 del D.P.R. 328/2001 ed a quanto prescritto dall' Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni, D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018, e C.S.L.L.P.P. Circolare 21 gennaio 2019 N. 7, nonché in riferimento alle Raccomandazioni per la redazione della "Relazione Geologica" del Consiglio Nazionale dei Geologi (2015).

Figura 1-A: Ubicazione del sito progettuale

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

1.2 Elaborati grafici di riferimento

Allegati:
- 22358-10-LB-17D-81246: Microtunnel Romagnano;
- 22358-10-LB-15E-81200: 2° TRONCO – Casteldelci – Sarsina (Planimetria Catastale/Meccanizzata)

Annessi:
- Annesso 1 – Stratigrafie sondaggi e foto cassette catalogatrici
- Annesso 2 – Certificati di laboratorio
- Annesso 3 – Prova ERT
- Annesso 4 – Sezione geologica

1.3 Normative di riferimento

La normativa vigente in materia cui si è fatto riferimento per lo svolgimento degli studi e la redazione del presente documento è la seguente.
Decreto Ministeriale 17/04/2008: Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0.8.
D.M. 23/02/1971 n. 2445 aggiornato con D.M. 04/04/2014: Norme tecniche per gli attraversamenti e i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto.
Piano di Assetto Idrogeologico P.A.I. (https://idrogeo.isprambiente.it)
Legge nr. 64 del 02/02/1974 Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
D.M. LL.PP. del 11/03/1988 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
D.M. 16 gennaio 1996 Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
Circolare Ministero LL.PP. 15 ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 gennaio 1996.
Circolare Ministero LL.PP. 10 aprile 1997 N. 65/AA.GG. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 gennaio 1996.
Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 gennaio 2018) e circolari applicative emesse successivamente. Circolare 21 gennaio 2019 n.7 "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica» e ss.mm.ii.
Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24.09.1988 che prevede l'obbligo di sottoporre tutte le opere civili pubbliche e private da realizzare nel territorio della Repubblica, alle verifiche per garantire la sicurezza e la funzionalità del complesso opere-terreni ed assicurare la stabilità complessiva del territorio nel quale si inseriscono.
A.G.I. 1977 «Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche».
Specifiche Snam Rete Gas e documentazione contrattuale.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

2 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL’OPERA

La trenchless in progetto, di lunghezza planimetrica pari a 432.88 m, si sviluppa lungo una direttrice circa SSW-NNE ed è localizzata all’interno dei limiti amministrativi del comune di Sarsina (FC), nella regione Emilia-Romagna, in sinistra idrografica del Fiume Savio (Figura 2-A).
Il sito interessato dalla realizzazione dell’opera può essere individuato considerando la seguente coppia di coordinate geografiche: 43°55'39.00"N, 12°10'4.24"E.

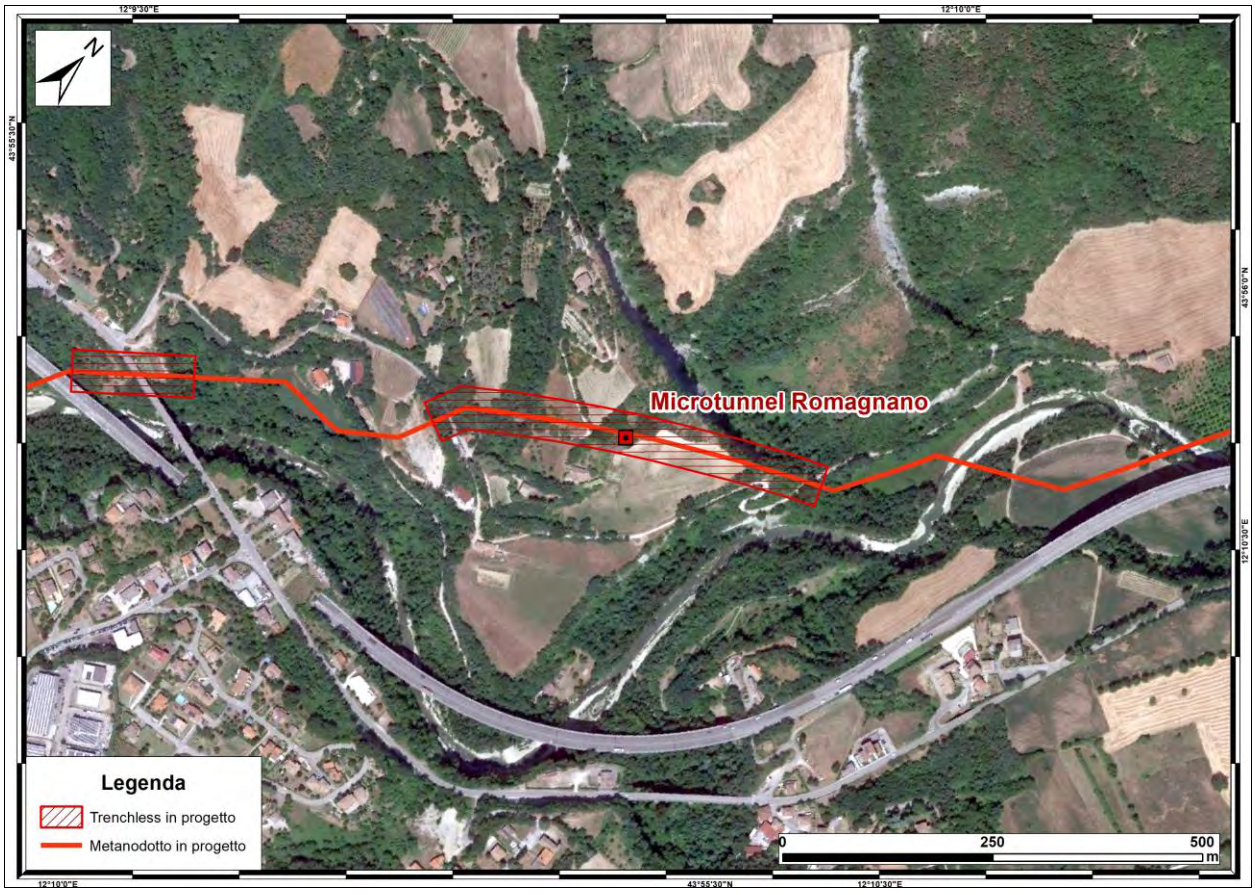


Figura 2-A: Area in cui è prevista la realizzazione dell’opera

2.1 Riferimenti dell’area nei disegni progettuali

L’area in esame ricade all’interno del 2° Tronco Casteldelci-Sarsina del metanodotto in progetto (Planimetria Catastale Meccanizzata Disegno 22358-10-LB-15E-81200). In particolare, la galleria e il microtunnel sono localizzati rispettivamente tra i vertici P281 e P283 e tra P283 e P289 della planimetria (Dis. 22358-10-LB-17D-81246) e hanno uno sviluppo inclinato tra punto di intestazione e punto di arrivo della trivellazione di 481.32 metri (galleria 47 m + microtunnel 434.32 m).

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

3.1 Caratteri geologici e geomorfologici

Dal punto di vista geologico-regionale, l'area interessata dall'attraversamento in oggetto risulta ubicata nel settore più orientale dell'Appennino Umbro-Marchigiano settentrionale contraddistinto dalla presenza dei termini più esterni della catena carbonatica appenninica.
Tale area risulta costituita dalla successione umbro-marchigiano-romagnola e dal passaggio verso le adiacenti avanfosse mio-plioceniche marchigiana e adriatica, deformate dalla tettonica.
L'Appennino settentrionale è una catena a thrust, formatosi in gran parte a spese della placca Adriatica, a causa dell'interazione di natura compressiva fra le placche africana ed Euroasiatica.
Si tratta di un edificio formato da una pila di unità tettoniche riferibili a due principali domini: il dominio Ligure, i cui sedimenti si sono deposti originariamente su crosta oceanica (Liguridi s.l., Auctt.) e il dominio Tosco – Umbro – Marchigiano, rappresentato da successioni del margine continentale dell'Adria, la cui età inizia a partire dal Triassico.
Tale settore è caratterizzato dai depositi torbiditici di età miocenica (arenarie e argille marnose) affioranti in corrispondenza dell'asse dei rilievi e dai depositi continentali del quaternario, sia di origine fluviale, nelle aree di fondovalle, sia detritica, lungo i versanti vallivi.
In particolare, l'area di interesse è caratterizzata dallo sbocco sud-occidentale alla prima metà del microtunnel, dal Membro di Fontanelice (FMA13), appartenente alla Formazione Marnoso-Arenacea, con arenarie prevalenti da grossolane a medie (Miocene sup.), mentre dalla seconda parte del microtunnel fino al suo sbocco nord-orientale è presente il Membro di Borgo Tossignano (FMA14), anch'esso appartenente alla Formazione Marnoso-Arenacea, con marne, marne argillose, argille marnose e subordinate intercalazioni arenacee (Miocene sup.).
Entrambi i litotipi descritti rappresentano il bedrock della successione. Il settore dell'imbocco nord-est, nella stretta incisione valliva in cui scorre il Fiume Savio, è caratterizzato dall'affioramento del Subsintema di Ravenna (AES8), costituito dai depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi (Pleistocene Sup. – Olocene).
Il panorama morfologico della zona d'interesse è caratterizzato dalla valle fluviale del F. Savio che scorre da sud-ovest verso nord-est, in una stretta incisione valliva, bordata ai lati da rilievi collinari, con andamento meandriforme. Il reticolo secondario è costituito da fossi provenienti dalle aree collinari laterali che trasversalmente confluiscono nell'asta principale.
Il rilievo collinare, in cui l'opera in progetto insiste, è caratterizzato da diverse situazioni di dissesto censite nel PAI e nell'IFFI, ma non interferite dall'opera in progetto. A seguito dei rilievi geologico-geomorfologici eseguiti lungo le aree in cui insiste il metanodotto in progetto, nel sito oggetto di indagine si osserva un'interferenza della trenchless in progetto con un'area in frana.

3.2 Formazioni geologiche affioranti lungo le aree di interesse

Lo studio dei caratteri geologici lungo l'area interessata dalla trenchless è stato realizzato a partire dai dati disponibili in letteratura:

- Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Servizio Geologico d'Italia e Progetto CARG)
  Link:http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/emilia.html
- Carta geologica regionale alla scala 1:10.000 (Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli – Regione Emilia-Romagna)

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

Link:http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis

La consultazione della cartografia di cui sopra ha consentito di determinare le interferenze planimetriche dell'opera in progetto con le seguenti formazioni geologiche (Figura 3-A):

- Subsintema del Ravenna (AES8): depositi alluvionali eterometrici da ciottoli, sabbie e limi (Pleistocene Sup. – Olocene).
- Membro di Borgo Tossignano (FMA14): Marne, marne argillose, argille marnose, con subordinate intercalazioni arenacee (Miocene sup.).
- Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Fontanelice (FMA13): Arenarie prevalenti (A/P da 3/1 a 20/1) da grossolane a medie; inclusi pelitici, biosomi e bicoclasti. Si rinvengono alternanze arenaceo-marnose e sono presenti anche stratificazioni di conglomerati poligenici con ciottoli. Strati medi di marne calcaree e torbiditi (Miocene sup.).

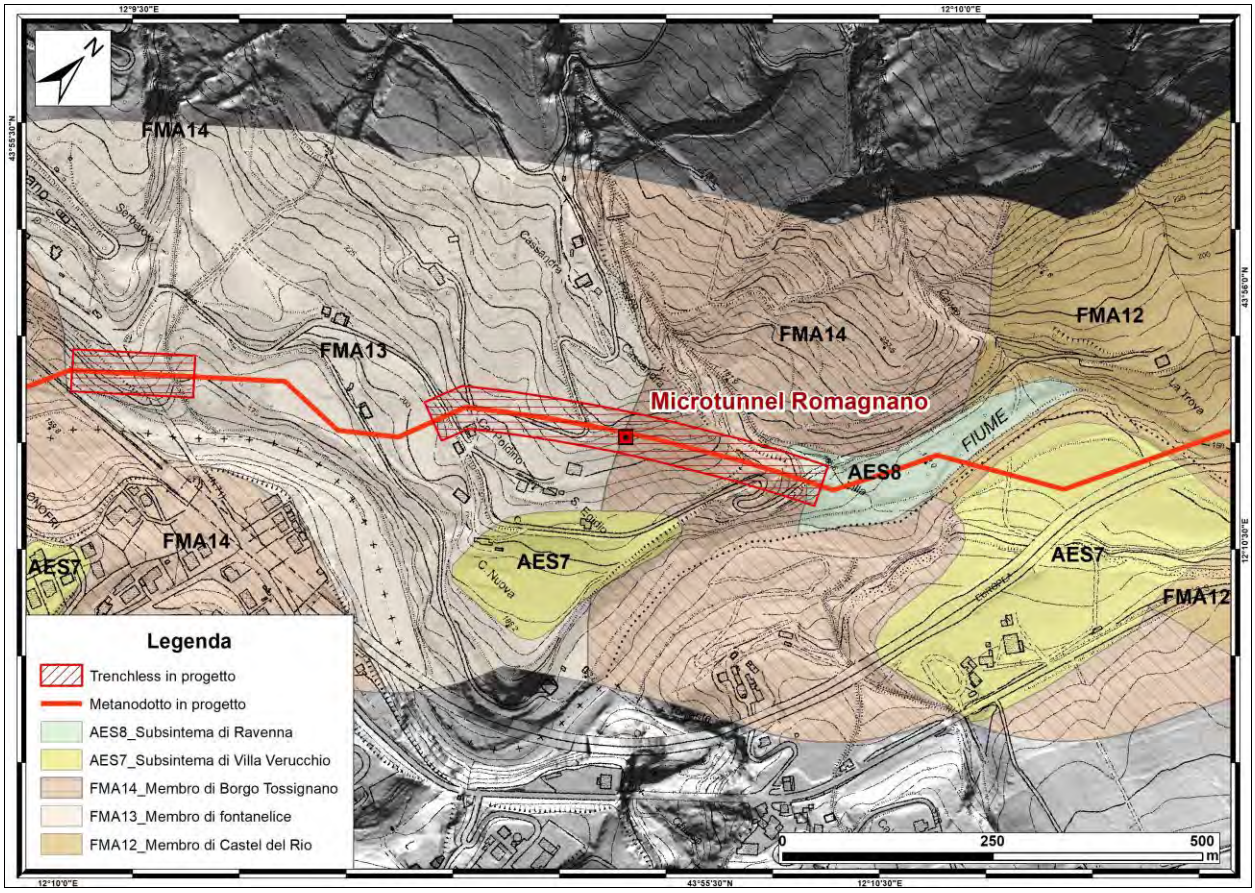


Figura 3-A: Stralcio della Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna in scala 1:10.000

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

4 IDROGEOLOGIA

Il quadro idrogeologico dell'area interessata dal tracciato del metanodotto in progetto è strettamente dipendente dalle condizioni geomorfologiche, variabili lungo le aree su cui insiste l'opera in progetto, caratterizzate da aree montuose e collinari, le quali lasciano il posto (in prossimità del territorio comunale di Cesena verso nord) ad aree pressoché pianeggianti fino al termine del tracciato.

In particolare, la trenchless in progetto, che ricade nella zona montuosa del bacino idrografico del Fiume Marecchia, attraversa il Complesso Idrogeologico dei depositi terrigeni della Formazione Marnoso-Arenacea e dei bacini torbiditici intra-appenninici minori (età Miocene). Il settore geologico è caratterizzato dall'alternanza di marne ed arenarie, talora calcareniti, le cui caratteristiche idrogeologiche danno luogo, più precisamente, al corpo idrico montano identificato come Corpo idrico sotterraneo "Castel del Rio - Castrocaro Terme - M Falterona - Mercato Saraceno", la cui circolazione idrica può essere ricondotta al modello degli hard rock aquifers o acquiferi discontinui. Quest'ultima coinvolge soprattutto le unità a prevalenza arenacea che, se di spessore consistente, possono essere sede di falde perenni, le quali alimentano il reticolo idrografico e le sorgenti maggiori. Di fondamentale importanza per la caratterizzazione della vocazione acquifera della Formazione Marnosa Arenacea (FMA) è il rapporto A/P (arenite/pelite), dove valori più elevati corrispondono ad una maggiore vocazione e viceversa. Solitamente ad un aumento di A/P corrisponde anche un generale aumento dello spessore degli strati, in particolare dei letti arenitici. Tali aspetti rivestono una grande importanza nella circolazione idrica sotterranea (Gargini A. et al. 2009).

Le acque sotterranee circolano preferenzialmente nella coltre superficiale alterata e detensionata della FMA, quest'ultima caratterizzata da una porosità secondaria più elevata di quella primaria della roccia integra e da un grado di permeabilità relativamente più alto; la roccia non alterata o gli strati marnoso-argillosi fungono da litotipi impermeabili. Nei territori appenninici, attraversati dal tracciato in progetto, sono presenti numerose sorgenti alimentate dai corpi arenitici e calcarenitici con portate minime inferiori ad 1 l/s, molte delle quali al servizio di sparsi e numerosi insediamenti montani, da poche unità a poche migliaia di abitanti residenti, con presenza di attività spesso legate al turismo. Le sorgenti montane del Complesso Idrogeologico di FMA sono soggette a monitoraggio costante da parte dell'Arpa Emilia-Romagna ed evidenziano dati di portata (dati monitoraggio 2021) di 0,68 l/s – 0,94 l/s. Si tratta di valori di portata che quasi sicuramente sono associabili a sistemi di flusso a scala locale: falde lungo i versanti, falde in corpi di frana ed in accumuli di detrito.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

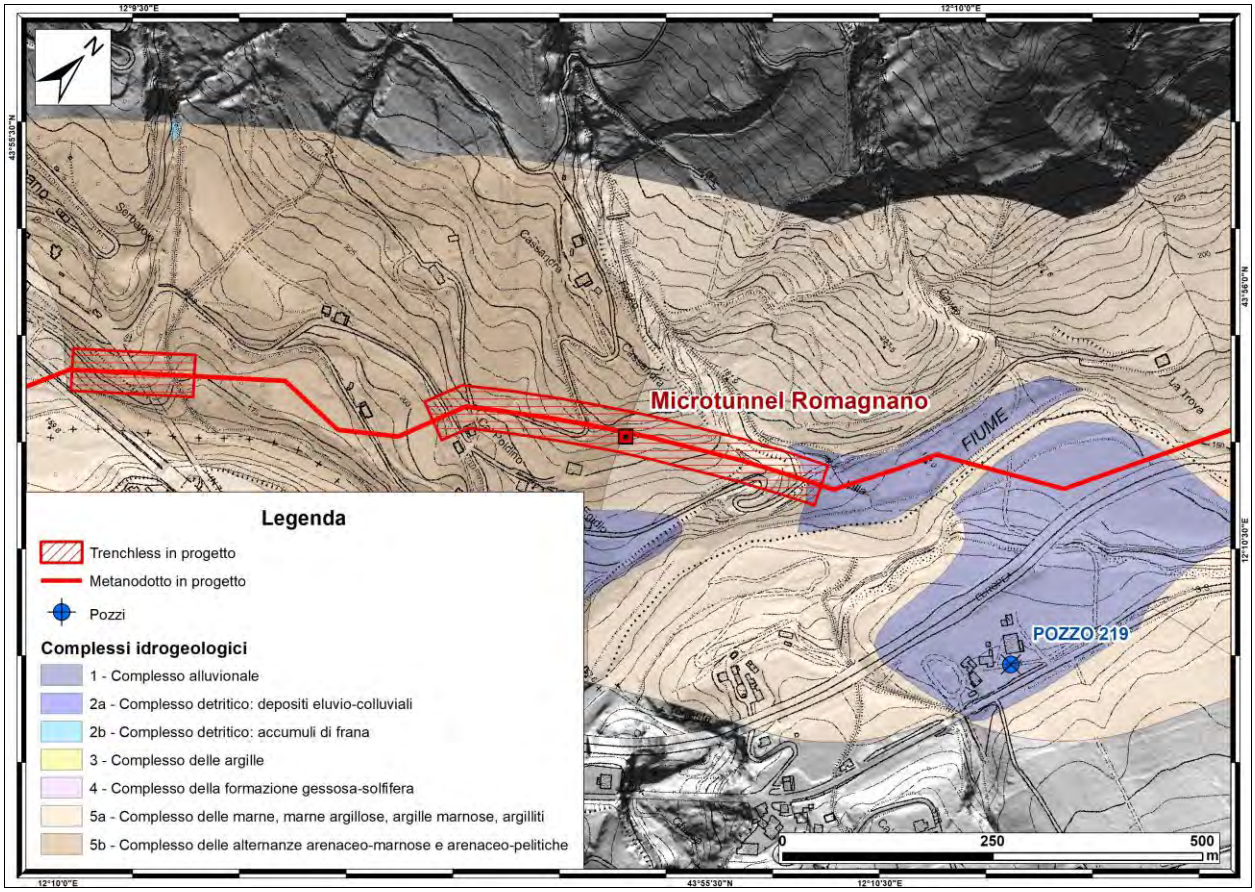


Figura 4-A: Stralcio della Carta Idrogeologica

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche degli ulteriori complessi idrogeologici interessati, in misura subordinata, dalla trenchless in progetto.

Complesso idrogeologico delle pianure alluvionali

Nelle aree di fondovalle è presente il complesso idrogeologico della piana alluvionale del Fiume Marecchia e dei suoi affluenti, caratterizzato da depositi alluvionali terrazzati recenti ed antichi, costituiti da corpi ghiaiosi, ghiaioso sabbiosi e ghiaioso limosi. L'alimentazione di tale complesso è dovuta principalmente all'interazione con le acque superficiali ed in misura minore dall'infiltrazione delle acque di precipitazione. Localmente non si può escludere l'alimentazione da parte dei versanti. Nella parte medio alta delle pianure, come nel caso in studio, gli acquiferi di subalveo sono caratterizzati da un comportamento idrodinamico di tipo libero.

Complesso idrogeologico detritico: accumuli di frana

Limitatamente alle aree di frana, si individua il complesso idrogeologico detritico, il quale presenta un comportamento idrogeologico differente, a causa della variabilità della permeabilità e della porosità. Si tratta, tuttavia, di un complesso avente uno spessore limitato, in grado di ospitare piccole falde superficiali, poiché localizzate al di sopra della Formazione Arenaceo-Marnosa, la quale funge da acquitardo. La porosità è sufficientemente elevata, mentre la

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

permeabilità assume valori medio-bassi a causa della componente pelitica, proveniente dall'alterazione della formazione flyschoide.

Complesso idrogeologico detritico: depositi eluvio-colluviali

I sedimenti che costituiscono il complesso eluvio-colluviale presentano andamento irregolare per estensione e spessore (esigui), peculiarità che si traducono in una limitata potenzialità della falda idrica in essi contenuta. Le acque di precipitazione infiltrano, difatti, all'interno dei pori e vengono intrappolate negli interstizi della coltre superficiale. Le aliquote d'acqua di infiltrazione vengono agevolate inoltre dalla morfologia generalmente subpianeggiante dei siti, infatti i depositi eluvio-colluviali si trovano in corrispondenza dei cambi di pendenza, alla base dei versanti o sui versanti a pendenza da debole a moderata.

4.1 Caratteristiche piezometriche dell'area di progetto

In sintesi, dall'attività di rilevamento in sito e dalle indagini eseguite, l'assetto idrogeologico locale risulta caratterizzato da vari sistemi di circolazione idrica sotterranea:

- sistema di circolazione idrica nella Formazione Marnoso-Arenacea che può dar luogo, localmente, a venute d'acqua in corrispondenza delle attività di scavo lungo gli strati arenacei di maggiore potenza, in particolar modo quelli che presentano maggiori discontinuità e confinati tra strati a minore permeabilità (tale configurazione non esclude l'instaurarsi di falde in pressione);

- sistema di circolazione idrica di versante nella porzione più superficiale, detensionata e fratturata della Formazione Marnoso-Arenacea, caratterizzata da linee di flusso che seguono la morfologia del versante;

- sistema di circolazione idrica all'interno delle alluvioni del Fiume Savio e del Fosso della Villa, in corrispondenza dell'estremità nord-est dell'opera in progetto, la cui aree è condizionata dal regime idrologico dei rispettivi corsi d'acqua.

In particolare, le indagini eseguite hanno permesso di rilevare la falda nella zona centrale della trenchless (S32_SM_L), dell'estremità NE (S33_SM_L) e dell'estremità SO (S31_SM_L).

Nel primo caso la stratigrafia del sondaggio evidenzia fino a circa 7 m dal p.c., la presenza di terreni argilloso sabbiosi che sormontano arenarie da mediamente fratturate, nella porzione superficiale, a poco fratturate in profondità; il foro è stato attrezzato con un piezometro a tubo aperto di lunghezza 80,0 m, avente un tratto fessurato da 3,0 m a 74,0 m dal piano campagna. Le misure di soggiacenza rinvenuta sono riepilogate nella Tabella 4-A e nell'annesso 1 al presente documento.

Monitoraggio piezometro S32_SM_L			
Data lettura	**15/04/23**	**04/05/23**	**28/06/23**
Soggiacenza (m p.c.)	19,20	18,00	17,85

Tabella 4-A: Misure di soggiacenza eseguite nel sondaggio S32_SM_L attrezzato con piezometro

Nel secondo caso la stratigrafia del sondaggio S033_SM_L è caratterizzata, fino a circa 4 m dal p.c., da terreni alluvionali, prevalentemente costituiti da limi sabbioso-argillosi che sormontano arenarie molto fratturate, presenti almeno fino a 30 m di profondità; in questo caso il foro è stato attrezzato con un piezometro a tubo aperto di lunghezza 23,0 m, avente un tratto fessurato da

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

6,0 m a18,0 m dal piano campagna. Le misure di soggiacenza rinvenuta sono riepilogate nella Tabella 4-B e nell'annesso 1 al presente documento.

Monitoraggio piezometro S033_SM_L				
Data lettura	**30/03/23**	**05/05/23**	**21/06/23**	**18/07/23**
Soggiacenza (m p.c.)	8,50	7,18	9,15	6,60

Tabella 4-B: Misure di soggiacenza eseguite nel sondaggio S33_SM_L attrezzato con piezometro

Nel terzo caso la stratigrafia del sondaggio S31_SM_L è caratterizzata, fino a circa 2,80 m dal p.c., da terreni alluvionali, prevalentemente costituiti da limi sabbioso debolmente argillosi che sormontano alternanze di argilla limosa, da poco consistenti a consistenti, scagliettata e arenite grigie, compatte e poco fratturate fino a fondo foro (40.0 m). A fine perforazione è stata rilevata la presenza di falda a circa 31 m di profondità dal p.c..

L'attività di rilevamento idrogeologico, eseguito ad aprile 2023 (rif. Doc. 22358-00-LA-E-80307), non ha evidenziato la presenza di pozzi e sorgenti in un'intorno di circa rispettivamente 50 m e 250 m dall'asse del tracciato del metanodotto in progetto.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

5 ANALISI DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

5.1 Interferenze dell'opera in progetto con aree a pericolosità idrogeologica (P.A.I.)

Il 17 febbraio 2017, con la pubblicazione nella G.U.R.I. n. 27 del 2 febbraio 2017, entra in vigore il D.M. 25 ottobre 2016 che sopprime le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali e disciplina l'attribuzione e il trasferimento del personale e delle risorse strumentali e finanziarie alle Autorità di bacino distrettuali.

L'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli e l'Autorità di Bacino interregionale dei fiumi Marecchia-Conca confluiscono nell'Autorità di Bacino distrettuale del Fiume Po, mentre l'Autorità di Bacino della Regione Marche confluisce nell'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Centrale (Figura 5-A).

Figura 5-A: Perimetrazione dei nuovi Bacini distrettuali (D.M. 25 ottobre 2016)

L'area oggetto di intervento ricade nell'ambito dell'autorità di Bacino "Distretto Padano".

<u>Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico (AdB Bacini Romagnoli)</u>

La versione vigente del Piano in oggetto rappresenta un testo coordinato con gli adeguamenti introdotti fino alla "Variante di coordinamento PAI-PGRA" (DGR 2112/2016), che costituisce l'ultimo aggiornamento disponibile (https://pai.adbpo.it/index.php/piano-stralcio-rischio-idrogeologico-bacini-romagnoli/).

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

L'autorità di bacino provvede a perimetrare e normare le aree ove il rischio sussiste (Art. 12: Aree a rischio di frana, comma 2 del testo "Normativa - testo coordinato" consultabile al link di cui sopra).

Le suddette perimetrazioni suddividono il territorio in tre zone a diverso grado di pericolosità:

- Zona 1 – corrisponde all'area dissestata, è definita come la zona a più elevata pericolosità e viene delimitata in base ai risultati delle indagini svolte;
- Zona 2 – corrisponde all'area di possibile evoluzione del dissesto;
- Zona 3 – corrisponde all'area di possibile influenza del dissesto.

Per la elaborazione della Carta della Pericolosità del Piano è stato adottato un concetto di pericolosità semplificata utilizzando come indicatori per determinare il grado di suscettibilità al dissesto di un determinato territorio, gli elementi di dissesto presenti, in atto o avvenuti in passato. La presenza di tali elementi testimonia indubbie condizioni di instabilità geomorfologica la cui gravità è stata valutata sulla base delle concentrazioni degli elementi di dissesto presenti all'interno di definite unità territoriali.

Nel PAI AdB Romagnoli vengono raggruppati quattro classi di pericolosità:

- **P1 =bassa** - Classe bassa di pericolosità per frana (2%<iF<5%)
- **P2 =moderata** - Classe medio-bassa di pericolosità per frana (5%<iF<10%)
- **P3 =alta** - Classe media di pericolosità per frana (10%<iF<25%),
  - Classe bassa di pericolosità per calanchi (5%<iC<25%)
- **P4 =elevata** - Classe medio-alta e alta di pericolosità per frana (iF>25%),
  - Classe alta di pericolosità per calanchi (iC>25%)

Per quanto concerne il P.A.I. (AdB Romagnoli), si evidenzia che l'opera in progetto non interferisce direttamente con alcuna area censita dal suddetto strumento (Figura 5-B).

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

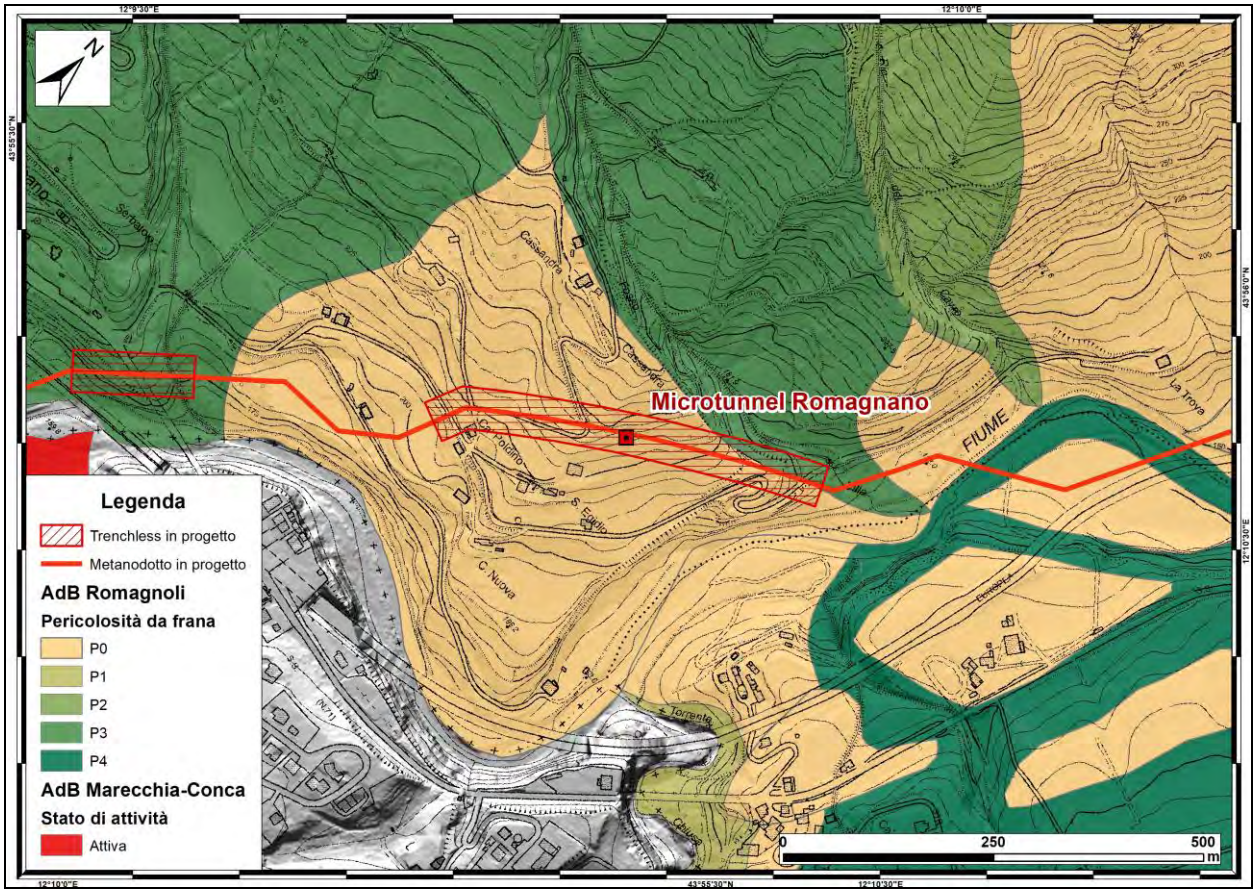


Figura 5-B: Stralcio della Tavola del "Piano Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico (P.A.I.)" dell'Autorità di Bacino Romagnoli", con ubicazione dell'opera in progetto (fonte https://pai.adbpo.it/index.php/piano-stralcio-rischio-idrogeologico-bacini-romagnoli/)

Come previsto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D. Lgs. 49/2010, nel dicembre del 2019 le mappe della pericolosità di alluvioni sono state aggiornate e pubblicate dalle Autorità di bacino distrettuali.

In particolare, per la porzione del territorio regionale ricadente nel distretto del fiume Po, **l'aggiornamento delle mappe** di pericolosità e di rischio di alluvioni relative al secondo ciclo di pianificazione previsto dalla Direttiva 2007/60/CE **riguarda**:

- le mappe di pericolosità (aree allagabili) complessive che costituiscono quadro conoscitivo dei PAI;
- le mappe di rischio (R1, R2, R3, R4) complessive, elaborate ai sensi del D. Lgs n. 49/2010;
- le mappe di pericolosità e rischio (aree allagabili, tiranti, velocità, elementi esposti) nelle Aree a Rischio Potenziale Significativo (APSFR).

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

Tutta la documentazione e i dati relativi agli aggiornamenti (2019 - 2020/2021 - 2021/2027) alle mappe di pericolosità complessive è consultabile e scaricabile al seguente link dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po:

- https://pianoalluvioni.adbpo.it/mappe-della-pericolosita-e-del-rischio-di-alluvione/

Sulla GU Serie Generale n.32 del 08-02-2023, sono state pubblicati i DPCM 1°dicembre 2022 di definitiva approvazione dei rispettivi primi aggiornamenti dei Piano di Gestione del Rischio da Alluvione PGRA 2021-2027.

Gli scenari di pericolosità nelle aree allagabili sono classificati come segue:
- P3: Alluvioni frequenti, tempo di ritorno tra 20 e 50 anni – elevata probabilità;
- P2: Alluvioni poco frequenti, tempo di ritorno tra 100 e 200 anni – media probabilità;
- P1: Alluvioni rare di estrema intensità, tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento – bassa probabilità.

Dalla consultazione della suddetta documentazione, si evince che il tracciato in progetto interferisce con un'area a pericolosità P2 (Figura 5-C), nel tratto compreso tra la progressiva km 26+130 e la progressiva km 26+330.

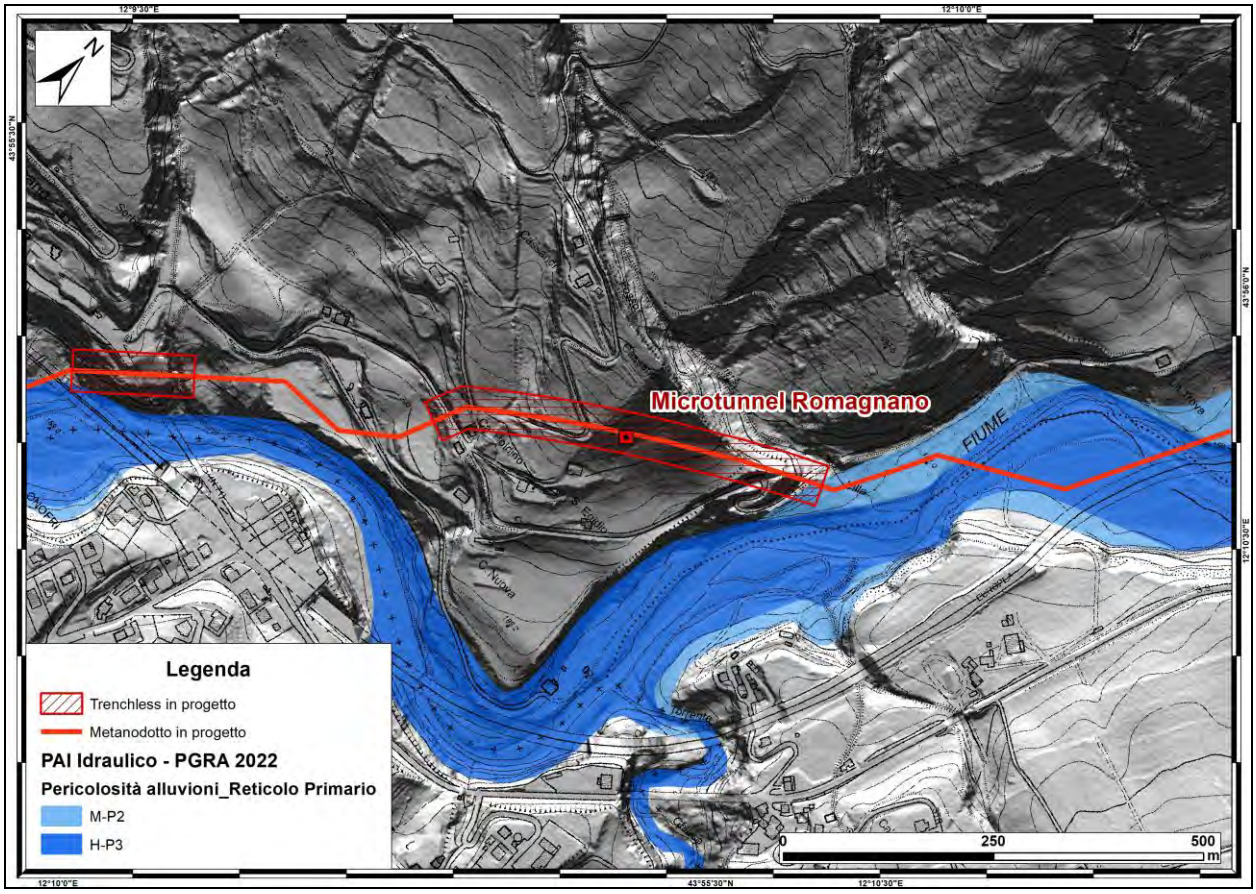


Figura 5-C: Stralcio della Tavola del "Piano di gestione Rischio Alluvione (P.G.R.A.) – II ciclo", con ubicazione dell'opera in progetto (fonte https://pianoalluvioni.adbpo.it/mappe-della-pericolosita-e-del-rischio-di-alluvione/)

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

5.2 IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia

L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) costituisce la banca dati nazionale ufficiale sulle frane ed è realizzato dal ISPRA in collaborazione con le Regioni e Province Autonome (art. 6 comma g della L. 132/2016). L'attività di archiviazione delle informazioni sui fenomeni franosi è un'attività strategica per una corretta pianificazione territoriale, tenuto conto che gran parte delle frane si riattivano nel tempo, anche dopo lunghi periodi di quiescenza di durata pluriennale o plurisecolare. La trenchless in progetto non risulta interferire con alcuna area censita nel catalogo I.F.F.I. (Figura 5-D).

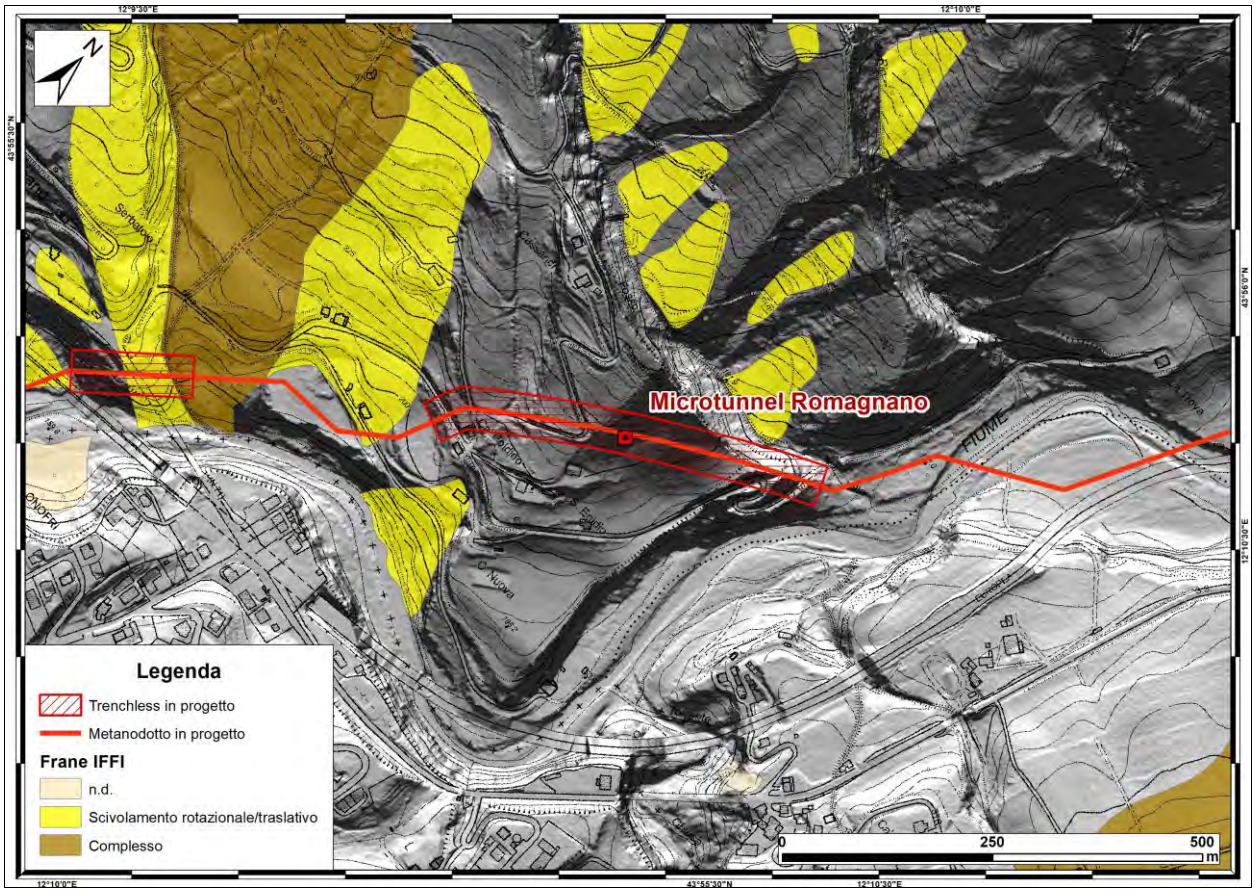


Figura 5-D: Stralcio del catalogo I.F.F.I. (Inventario Fenomeni Franosi in Italia)

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

5.3 Interferenze con dissesti rilevati in campo

Durante i sopralluoghi eseguiti lungo le aree interessate dal metanodotto “Sestino-Minerbio”, sono stati cartografati diversi dissesti. In particolare, la trenchless in progetto interferisce con un dissesto rilevato in campo, classificato come uno scorrimento, nel tratto compreso tra il km 25+880 e il km 26+000 (Figura 5-E).

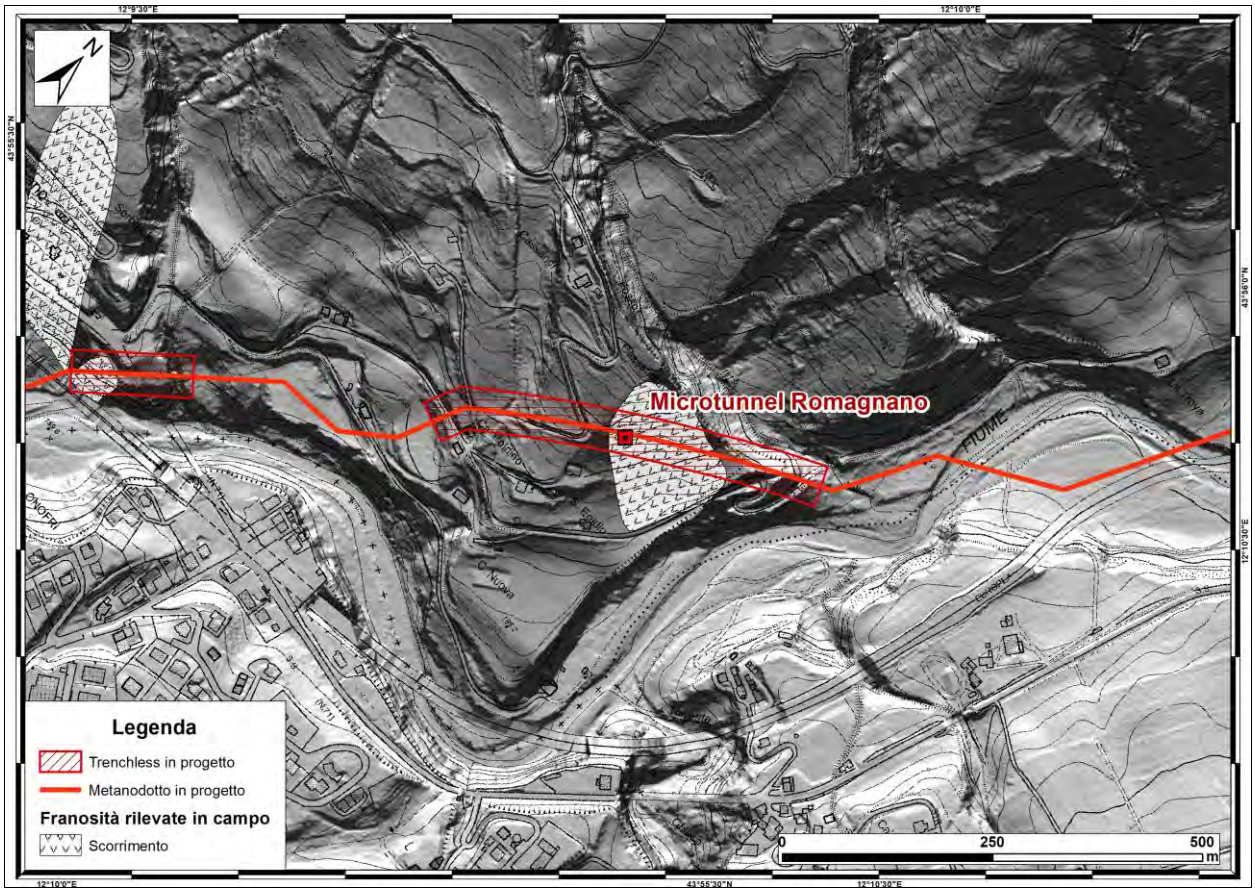


Figura 5-E: Stralcio dei dissesti rilevati in campo

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

6 SISMICITÀ

L'attività sismica dell'Appennino centro – settentrionale è legata ai movimenti che hanno portato alla sua formazione. In particolare, la spinta reciproca tra i continenti africano ed eurasiatico unitamente al processo di rotazione in senso antiorario della catena appenninica proseguono. Il modello strutturale elaborato dal C.N.R. – Gruppo Finalizzato Geodinamica suddivide l'Appennino in 3 settori:

- catena esterna a carattere compressivo;
- catena principale caratterizzata da stabilità e sollevamento, zona di transizione tra movimenti compressivi e distensivi;
- catena interna a carattere distensivo.

I caratteri macrosismici del territorio di interesse, secondo questo modello, sono legati ai terremoti che nascono da meccanismi distensivi della catena interna e trascorrenti relativi alla fascia pedeappenninica.

La provincia di Forlì-Cesena interessata dal tracciato in progetto ricade in zona sismica 2. Questa classificazione si basa sull'analisi storico – statistica dei terremoti verificatesi e non entra negli specifici effetti locali legati alle diverse forme fisiche dei siti insediativi e alle caratteristiche geomorfologiche e geo–meccaniche dei terreni.

6.1 Sismicità storica

Il quadro della sismicità storica, relativamente alle aree interessate dalle opere, oggetto del presente elaborato, è stato definito attraverso la consultazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI 2015 v. 4.0, Rovida et. al. 2022, INGV), che fornisce dati parametrici sia macrosismici che strumentali, relativamente ai terremoti con intensità massima ≥ 5 o magnitudo ≥ 4.0 d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1005-2020.

La versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 v. 4.0 rappresenta una significativa evoluzione rispetto alle versioni precedenti, che sono quindi da considerare del tutto superate. Anche se i criteri generali di compilazione e la struttura sono gli stessi della precedente versione CPTI11, il contenuto del catalogo è stato ampiamente rivisto per quanto concerne:

- la copertura temporale, estesa fino al 2020;
- il database macrosismico di riferimento (DBMI15 v. 4.0; Locati et al., 2016), significativamente aggiornato;
- i dati strumentali considerati, nuovi e/o aggiornati;
- le soglie di ingresso dei terremoti, abbassate a intensità massima 5 o magnitudo 4.0 (invece di 5-6 e 4.5 rispettivamente);
- la determinazione dei parametri macrosismici, basata su una nuova calibrazione dell'algoritmo Boxer;

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

- le magnitudo strumentali, che comprendono un nuovo set di dati e nuove relazioni di conversione.

I dati reperiti testimoniano che i terremoti storici principali che hanno interessato l'area sono stati caratterizzati da una magnitudo momento (Mw) generalmente compresa tra 4 e 6 gradi (Figura 6-A). In particolare, gli eventi a maggiore energia risultano quello del 1924 Nel Comune di Mondolfo (Mw = 5.48) e quello del 1786 (Mw = 5.66) nei pressi di Ghetto Tamagnino, nel Comune di Rimini. Da segnalare, inoltre, un evento di magnitudo 4.02, avvenuto nel 1931 nel Comune di Castel Colonna, in un sito a meno di 100 metri dal tracciato delle linee principali (progetto).
Una rappresentazione complessiva delle informazioni sugli effetti dei terremoti che in passato hanno colpito l'area di studio è la carta delle massime intensità osservate (espressa secondo i gradi della scala MCS), che fornisce anche una prima immagine semplificata della pericolosità sismica (Figura 6-B).

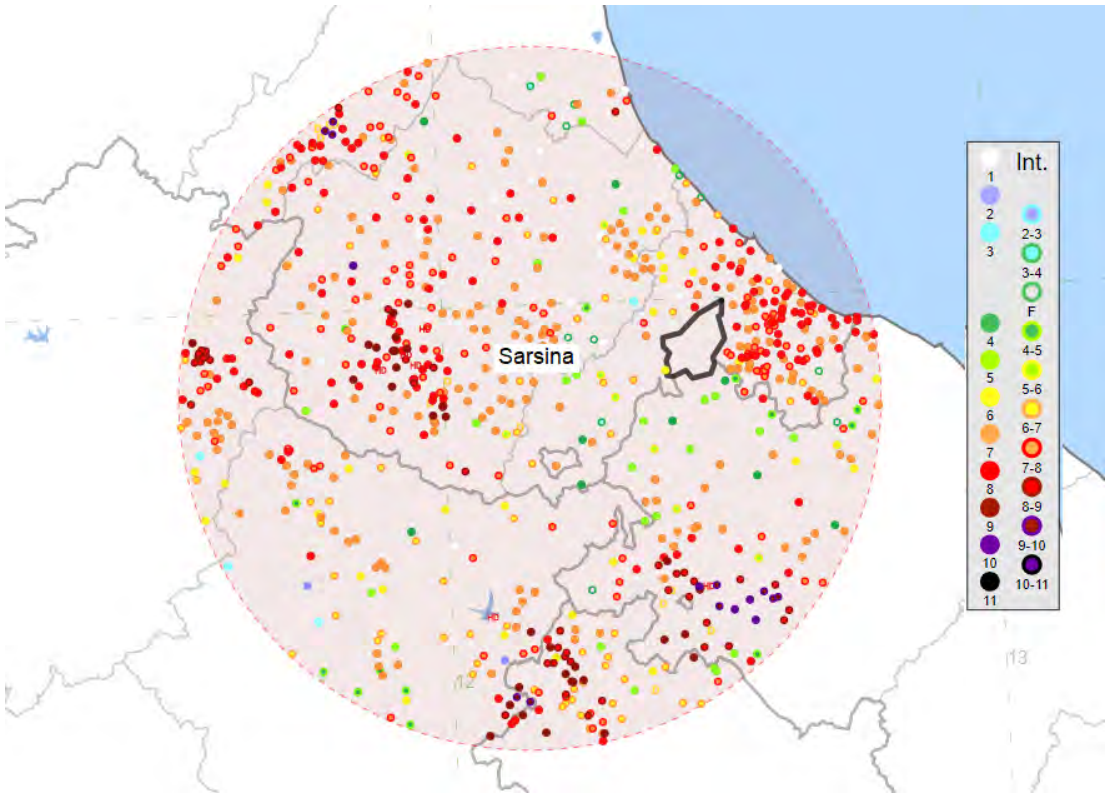


Figura 6-A: Mappa dei terremoti storici avvenuti dall'anno 1000 al 2020 in un raggio di 50 km dal Comune di Sarsina (da Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, CPTI15 v. 4.0, Rovida et. al. 2022, INGV). http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15.

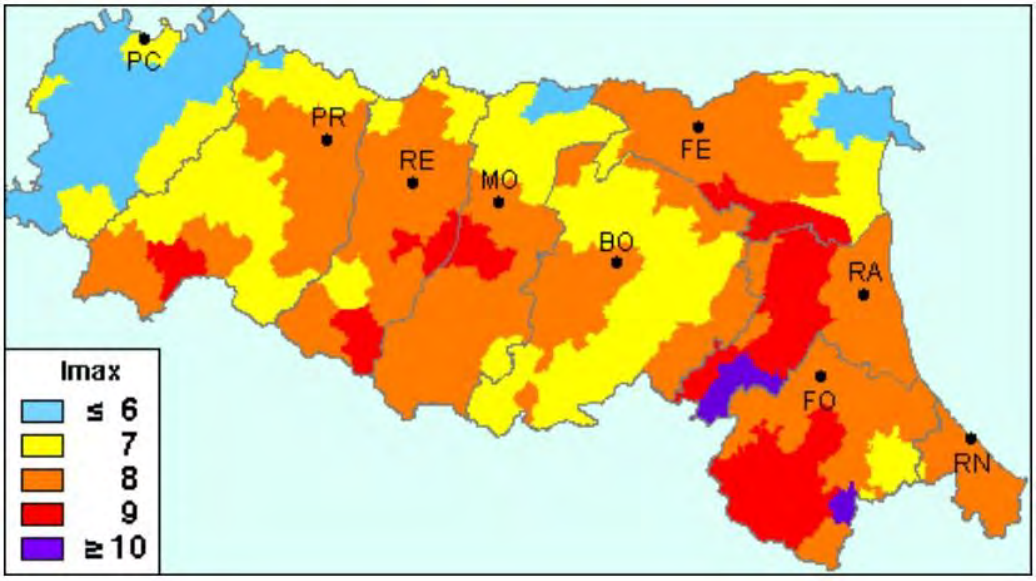


Figura 6-B: Massime intensità macrosismiche in scala MCS osservate nella Regione Emilia-Romagna (GNDT, ING, SSN).

6.2 Caratterizzazione sismica

La classificazione sismica dei Comuni italiani è frutto di un complesso processo legislativo di cui sono riportate a seguire le tappe salienti.
Nel 1998 la Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi, inserisce i Comuni in una delle 3 categorie sismiche previste dal Decreto del Ministero dei Lavori pubblici del 16/01/96 (zone di I, II e III categoria, a cui corrispondevano i valori del grado di sismicità S pari a 12, 9 e 6). Il resto del territorio italiano, non incluso nelle categorie previste, è considerato non classificato (N.C.).
L'Ordinanza n. 3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.
Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall'OPCM 3274/03, è stato adottato con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3519 del 28 aprile 2006. Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'OPCM n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche (Tabella 6-A), riferiti a suoli rigidi caratterizzati da Vs 30> 800 m/s secondo lo schema seguente:

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

ZONA	Descrizione	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	Zona con pericolosità sismica alta: indica la zona più pericolosa dove possono verificarsi forti terremoti	ag > 0.25
2	Zona con pericolosità sismica media, dove possono verificarsi forti terremoti	0,15 < ag ≤ 0,25 g
3	Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti	0,05 < ag ≤ 0,15 g
4	Zona con pericolosità sismica molto bassa, dove possono verificarsi deboli terremoti con danni modesti	≤ 0,05 g

Tabella 6-A: Classificazione sismica O.P.C.M. 3519/23.

L'atto di recepimento da parte della Regione Emilia-Romagna dell'O.P.C.M. 3519 avviene con la Deliberazione della Giunta Regionale n.146 del 06 febbraio 2023 "Aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni dell'Emilia -Romagna, cha aggiorna la precedente classificazione del 2018 causa della formazione di 3 nuovi Comuni nati da altrettante fusioni e il passaggio di 2 Comuni dalla Regione Marche (PU) alla Regione Emilia-Romagna (RN).
Sulla base di questa riclassificazione i territori comunali di Sarsina (FC), su cui insiste l'area di studio, sono inseriti in zona sismica 2 (Figura 6-C).

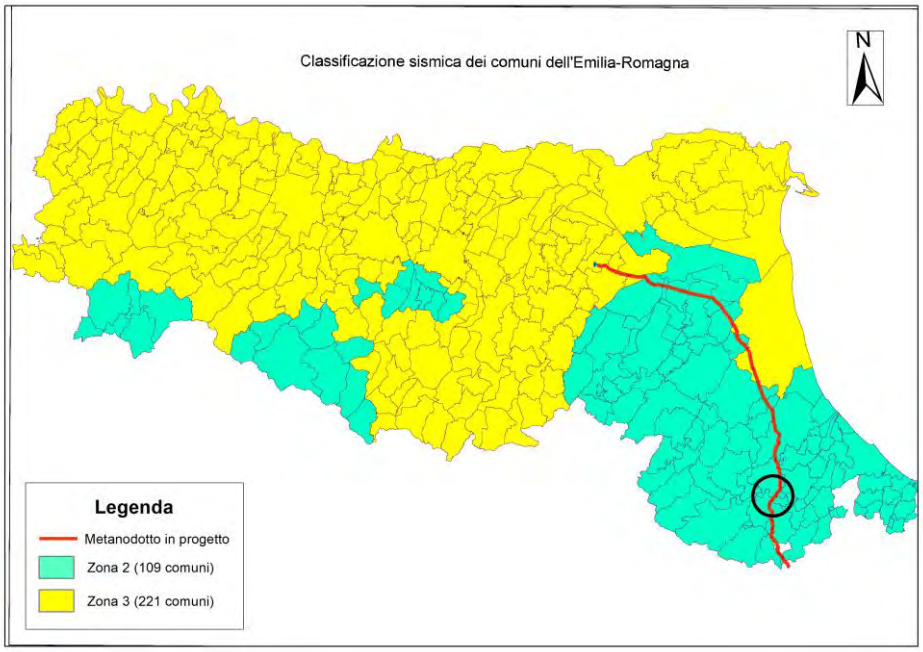


Figura 6-C: Riclassificazione sismica della Regione Emilia-Romagna DGR 146/23; il cerchio nero indica l'area oggetto di intervento.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 è rimasta cogente per le opere strategiche e per le nuove costruzioni ubicate nelle zone sismiche 1 e 2 fino alla pubblicazione del più recente DM 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" (NTC2018).

Le NTC 2018 richiamano il DM 14/01/2008 (NTC 2008) considerando il concetto di "pericolosità sismica", come uno strumento di previsione delle azioni sismiche non più vincolato dalle divisioni amministrative (comuni) e relativo ad un unico Tr, ma sulla base di mappe di pericolosità sismica del territorio nazionale elaborate dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) su base statistica e probabilistica, che costituiscono il reticolo di riferimento per la determinazione dei nuovi parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche del sito, della classe d'uso e della vita nominale dell'opera in esame (fattori questi ultimi che, alla luce del tipo di analisi effettuata, influenzano il valore di TR).

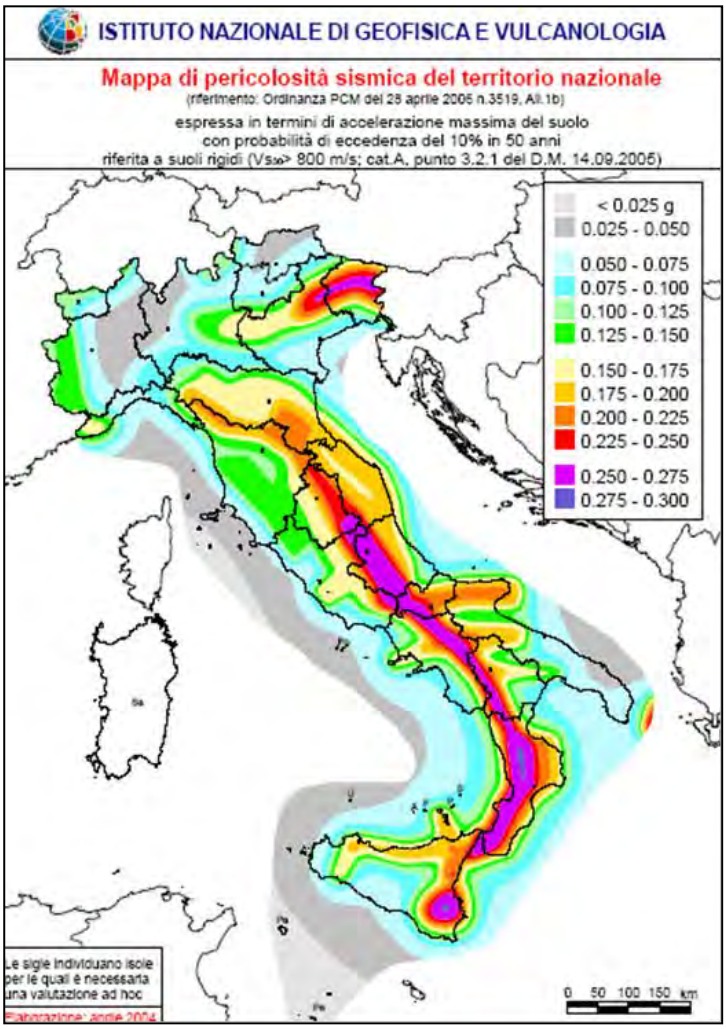


Figura 6-D: Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale espressa in termini di accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV).

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

Sulla base della mappa di pericolosità sismica in Figura 6-E si evince che il territorio interessato è situato in corrispondenza di una zona caratterizzata da un valore di accelerazione massima su suolo compresa tra 0.175 g e 0.200 g (per probabilità di superamento del 10% in 50 anni) che corrisponde ad una zona sismica di tipo 2.

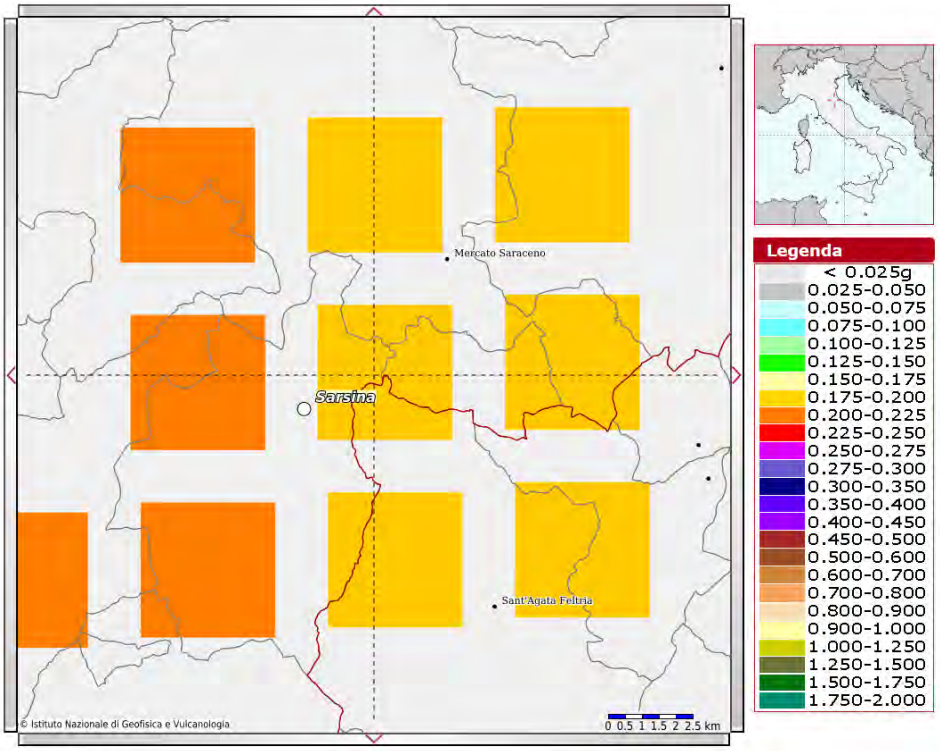


Figura 6-E: Mappa di Pericolosità Sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (TR=475 anni) centrata sulla trenchless in progetto ubicata nei limiti amministrativi del Comune di Sarsina (FC).

6.3 Zonazione sismogenetica

L'inquadramento macrosismico di riferimento si basa sulla zonazione sismogenetica del territorio italiano ZS9, elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) (Meletti C., Galadini F., Valensise G., Stucchi M., Basili R., Barba S., Vannucci G., Boschi E. (2004). Zonazione sismogenetica ZS9 [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). https://doi.org/10.13127/sh/zs9).

La zonazione, effettuata con lo scopo di creare una base per la stima della pericolosità sismica (hazard) del territorio nazionale, si fonda su un modello sismotettonico riferibile alla correlazione dei seguenti elementi:

1. Il modello strutturale 3D della penisola italiana e dei mari adiacenti;
2. la distribuzione spaziale dei terremoti storici e attuali per le diverse classi di magnitudo;
3. il modello cinematico dell'area mediterranea centrale, riferito agli ultimi 6 milioni di anni.

Per zone sorgente, o sismogenetiche, si intendono quelle aree che si possono considerare omogenee dal punto di vista geologico – strutturale e soprattutto cinematico. Il nuovo modello

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

sismogenetico usato in Italia, introdotto appositamente per la redazione della mappa di pericolosità 2004, è la cosiddetta zonazione ZS9 per la quale il territorio italiano è stato suddiviso in 36 diverse zone, numerate da 901 a 936, più altre 6 zone, identificate con le lettere da “A” a “F” fuori dal territorio nazionale (A-C) o ritenute di scarsa influenza (D-F) (Figura 6-F).
Per ogni zona sismogenetica è stata effettuata una stima della profondità media dei terremoti e del meccanismo di fagliazione prevalente. Si è valutato, inoltre, il grado di incertezza nella definizione dei limiti delle zone.

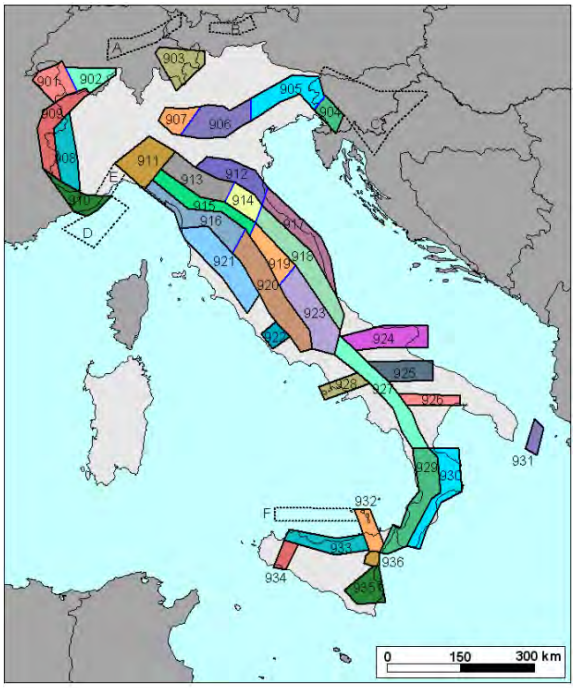


Figura 6-F: Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV).

L’opera in studio ricade nella zona meridionale della zona sismogenetica 914 (Figura 6-G), porzione esterna della fascia in compressione dell’arco appenninico settentrionale (la fascia si chiude poco a sud di Porto S. Giorgio, laddove non si hanno più chiare evidenze di cinematica compressiva). All’interno di questo settore si osserva un regime tettonico debolmente compressivo in atto, in cui strutture compressive (prevalentemente thrust) allineate lungo la costa o a breve distanza da essa sono responsabili della sismicità.
La zona 914, insieme alla 913 e 918 risultano dalla scomposizione della fascia che da Parma si estende fino all’Abbruzzo. In questa fascia si verificano terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nordoccidentale e distensivi nella porzione sudorientale. Si possono altresì avere meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture. L’intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. Le profondità ipocentrali sono mediamente maggiori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più esterna. L’individuazione della zona 914 (Forlivese) è motivata dalle peculiari caratteristiche di rilascio della sismicità (nella fattispecie la frequenza degli eventi). La zona ricade in una fascia di transizione a carattere misto, ovvero in cui convivono meccanismi diversi (essenzialmente compressivi a NW e distensive a SE).

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

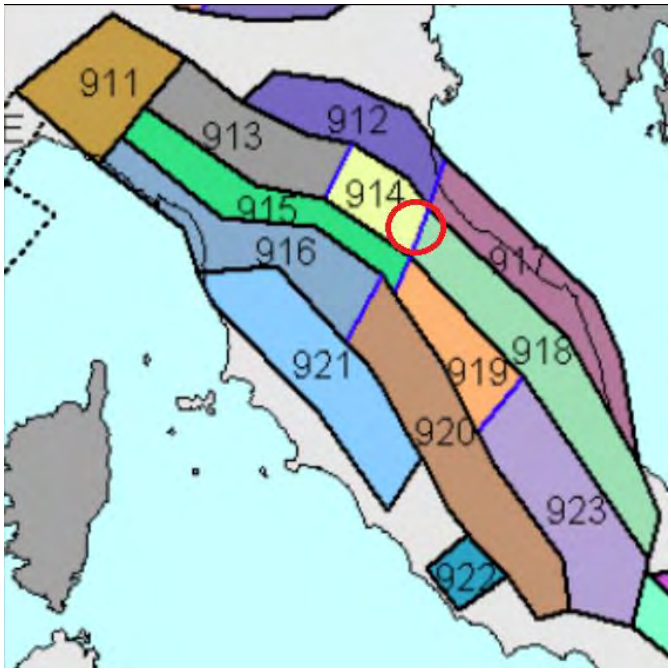


Figura 6-G: Zonazione sismogenetica; il cerchio rosso indica l'area oggetto di intervento

La Tabella che segue mostra i valori delle profondità efficaci ottenute per la zona sismogenetica 914.

Zona	Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>3.0	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (km)	Profondità efficace (km)
914	878	542	131	4.5	**12-20**	**13**

Per la zona sopra descritta è stato determinato, inoltre, il meccanismo di fagliazione prevalente, ovvero quello che ha la massima probabilità di caratterizzare i futuri terremoti significativi.
L'assegnazione della tipologia è stata effettuata in funzione dell'angolo di rake sulla base del seguente semplice criterio:

Meccanismo prevalente		Angolo di *rake*
Diretto		>225 (-135), <315 (-45)
Inverso		>45, <135
Trascorrente	sinistro	<45, >315 (-45)
	destro	>135, <225 (-135)

Nel caso della zona 914 non è stato possibile assegnare (in modo univoco) un meccanismo di fagliazione prevalente.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

6.4 Fagliazione attiva e capace

Le NTC 2018, prevedono inoltre che per la valutazione delle caratteristiche di sismicità della zona interessata dal progetto, bisogna porre particolare attenzione all'eventuale presenza di lineamenti geo-strutturali attivi (faglie) in corrispondenza o in prossimità delle opere da realizzare.
Quindi, a titolo informativo, si è provveduto all'identificazione degli elementi tettonico strutturali dell'area interessata dall'opera tramite la consultazione di alcuni database di cui dispone la comunità scientifica che risultano sintetizzate all'interno di due banche dati principali e che riguardano l'intero territorio nazionale:

- Database of Individual Seismogenic Sources (DISS, INGV);
- Database Italy Hazard from Capable faults (ITHACA, ISPRA).

6.4.1 Database D.I.S.S.

Il database DISS raggruppa tutte le informazioni relative a faglie attive, pieghe attive, sorgenti sismogenetiche individuali, sorgenti sismogenetiche composite e sorgenti sismogenetiche dibattute in letteratura (DISS Working Group (2021). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). https://doi.org/10.13127/diss3.3.0) (https://diss.ingv.it/data). Dall'analisi della suddetta banca dati si evince che il sito interessato dalla realizzazione dell'opera risulta esterna alle sorgenti sismogenetiche (Figura 6-H).

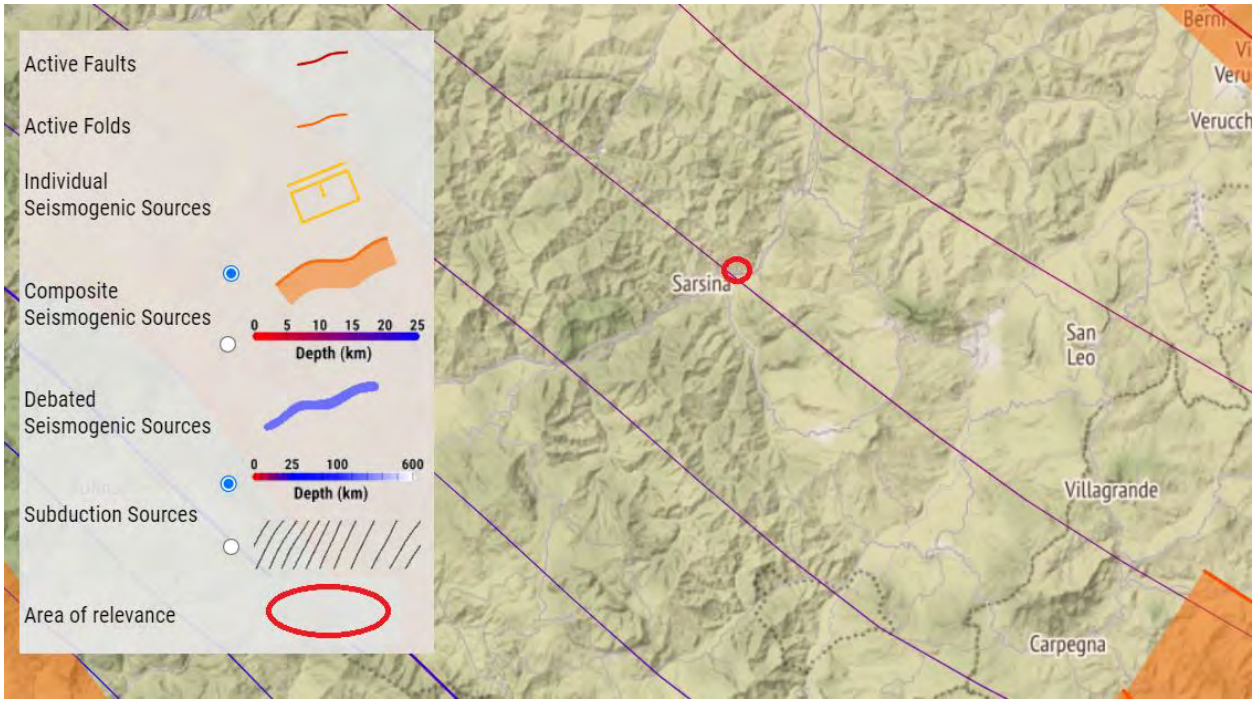


Figura 6-H: Stralcio database DISS versione 3.3.0 (2021, INGV) relativamente all'area di interesse.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

6.4.2 Database I.T.H.A.CA.

Il database ITHACA, di proprietà dell'ISPRA, tiene conto invece delle faglie capaci, cioè le faglie che potenzialmente possono creare deformazione permanente in superficie, indipendentemente dalla natura strutturale. Dall'analisi della suddetta banca dati si evince che lo sviluppo longitudinale della trenchless in progetto non risulta intersecare faglie capaci (Figura 6-I).

Figura 6-I: Stralcio database ITHACA (ISPRA) relativamente all'area di interesse. Accessibile al link https://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

7 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA

Nell'ambito della progettazione dell'attraversamento sono state eseguite nel tempo diverse campagne di indagini geognostiche finalizzate alla ricostruzione litostratigrafica del sottosuolo dell'area ed alla definizione dei parametri geotecnici dei litotipi interessati dall'opera in progetto. In particolare, sono state eseguite le seguenti indagini geognostiche (Figura 7-A):

- n. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, denominati S3bis e S4bis (campagna ATI) E S31_SM_L, S32_SM_L, S33_SM_L (campagna 2023);
- n. 1 tomografia elettrica, denominata ERT_19_SM_L.

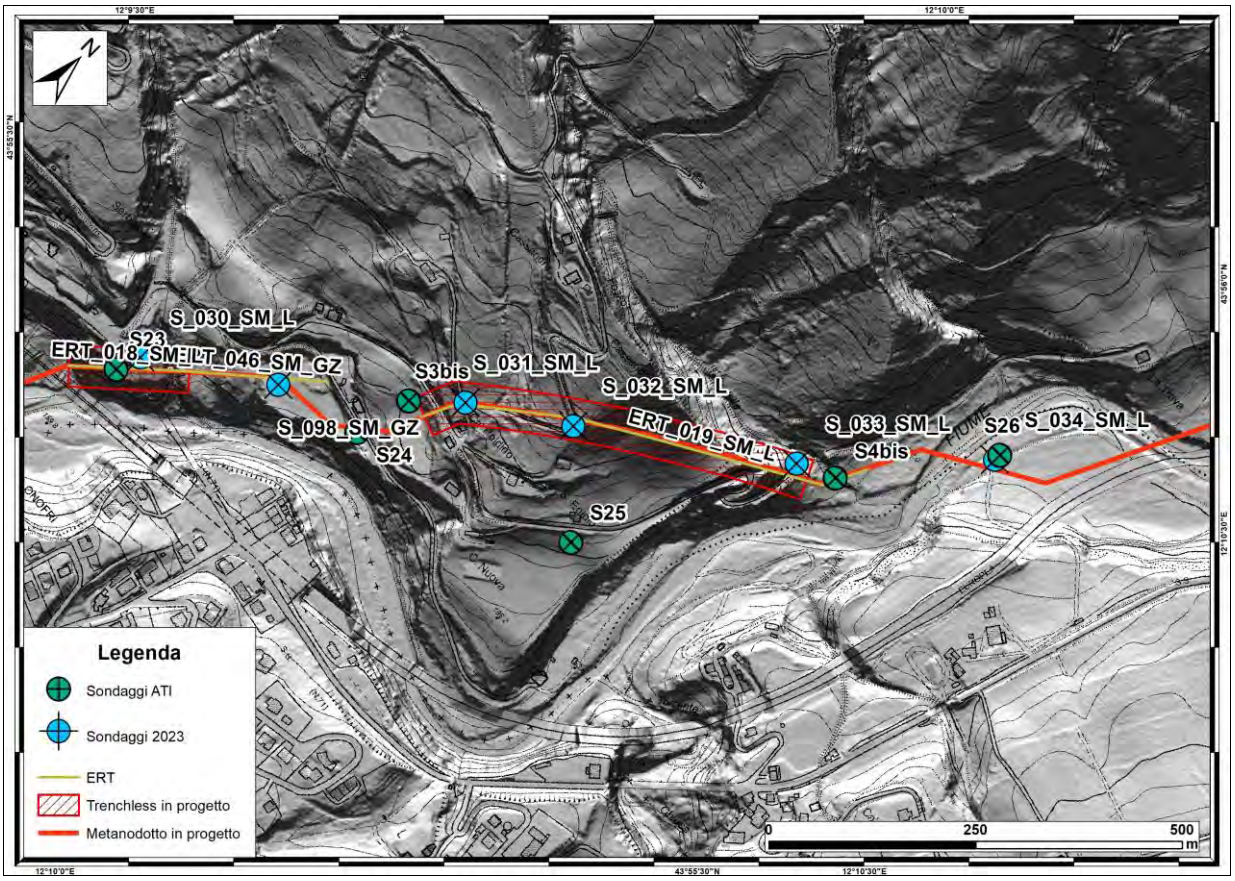


Figura 7-A: Ubicazione dei sondaggi geognostici eseguiti nell'area oggetto di intervento

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite delle prove di penetrazione dinamica a fondo foro (SPT) a diverse quote e sono stati prelevati alcuni campioni indisturbati e rimaneggiati di terreno che sono stati successivamente sottoposti a prove geotecniche di laboratorio.

Le prove penetrometriche dinamiche vengono eseguite in avanzamento sul fondo del foro di sondaggio, registrando la resistenza alla penetrazione in funzione della profondità. Le prove S.P.T. sono state eseguite seguendo le modalità standard indicate dall'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) ed hanno fornito i dati necessari per determinare le caratteristiche meccaniche dei terreni.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

Le prove penetrometriche dinamiche (tipo S.P.T.) sono state eseguite con un dispositivo automatico di sganciamento del maglio (massa battente) del peso di 63.5 Kg con caduta libera da un'altezza di 76 cm. La massa battente scorre lungo aste di collegamento al terminale di infissione aventi peso per metro lineare di circa 7 Kg. L'esecuzione avviene secondo le modalità contenute nella normativa ASTM n D 1586 e compresa nelle "Raccomandazioni ISSMFE" per la standardizzazione delle prove penetrometriche in Europa (1976).

Lo strumento viene infisso nel terreno facendo avanzare la punta di 45 cm, registrando separatamente i colpi relativi agli intervalli 0-15 (N1); 15-30 (N2) e 30-45 (N3). I valori riferiti ai primi 15 cm generalmente non vengono considerati in quanto rappresentativi di un terreno disturbato dalla perforazione; si registrano solo se il numero di colpi è maggiore di 50 (lo strumento va a rifiuto). Il valore di N_{spt} è quindi dato dalla somma dei colpi ottenuti nei restanti 30 cm.

Per i terreni nel quale si è registrato il rifiuto della prova non esistono in letteratura correlazioni con l'angolo di attrito e/o con la coesione. Indicativamente è possibile individuare un valore di massima ponendo in tale caso N_{spt} = 100.

Di seguito vengono indicate le profondità di prelievo dei campioni e di esecuzione delle prove S.P.T. nelle diverse campagne geognostiche.

Sondaggio	Sviluppo verticale (m)	Profondità S.P.T. (m)	Prof. prelievo Camp. Ind./rimaneggiati/litoidi (m)
S3 bis	10	3.00-3.45 C 6.00-6.45 C 9.00-9.45 C	3.50-4.00 T 7.50-8.00 T
S4 bis	15	3.00-3.45 C 6.00-6.20 C	3.00-3.50 T 7.00-8.00 L 8.00-9.00 L 13.00-13.50 L
S31_SM_L	40	.2.40-2.85 C 11.70-12.15 C 27.00-27.45 C	2.00-2.35 T 11.35-11.70 T 26.65-27.00 T
S32_SM_L	80	-	59.50-59.90 L 62.00-62.40 L
S33_SM_L	30	1.50-1.95 C 3.00-3.16 C 4.50-4.66 C 9.00-9.16 C 12.00-12.16 C 15.00-15.95 C 16.50-16.68 C 18.00-18.16 C 19.50-19.66 C 21.00-21.50 C 24.00-24.50 C 27.00-27.50 C	1.50-2.00 T 3.00-3.50 T 4.50-5.00 T 6.00-6.50 L 7.50-8.00 L 9.00-9.50 L 10.50-11.00 L 12.00-12.50 L 13.50-14.00 L 15.00-15.50 L 16.50-17.00 L 18.00-18.50 L 19.50-20.00 L 21.00-21.50 L 24.00-24.50 L 27.00-27.50 L

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

Sondaggio	Sviluppo verticale (m)	Profondità S.P.T. (m)	Prof. prelievo Camp. Ind./rimaneggiati/litoidi (m)
S3 bis	10	3.00-3.45 C 6.00-6.45 C 9.00-9.45 C	3.50-4.00 T 7.50-8.00 T
S4 bis	15	3.00-3.45 C 6.00-6.20 C	3.00-3.50 T 7.00-8.00 L 8.00-9.00 L 13.00-13.50 L
S31_SM_L	40	.2.40-2.85 C 11.70-12.15 C 27.00-27.45 C	2.00-2.35 T 11.35-11.70 T 26.65-27.00 T
S32_SM_L	80	-	59.50-59.90 L 62.00-62.40 L
S33_SM_L	30	1.50-1.95 C 3.00-3.16 C 4.50-4.66 C 9.00-9.16 C 12.00-12.16 C 15.00-15.95 C 16.50-16.68 C 18.00-18.16 C 19.50-19.66 C 21.00-21.50 C 24.00-24.50 C 27.00-27.50 C	1.50-2.00 T 3.00-3.50 T 4.50-5.00 T 6.00-6.50 L 7.50-8.00 L 9.00-9.50 L 10.50-11.00 L 12.00-12.50 L 13.50-14.00 L 15.00-15.50 L 16.50-17.00 L 18.00-18.50 L 19.50-20.00 L 21.00-21.50 L 24.00-24.50 L 27.00-27.50 L

C = prova penetrometrica a punta chiusa
A = prova penetrometrica a punta aperta
L = campione litoide
T = campione terrigeno

Tabella 7-A: Sondaggi eseguiti durante le varie campagne geognostiche.

SONDAGGIO S3 bis

Il sondaggio S3 bis è stato eseguito in Comune di Sarsina (FC), nella frazione di Sorbano.
Dalla stratigrafia emerge che al di sotto della cotica erbosa dello spessore di 0,10 m, si rinviene uno strato dello spessore di 2,90 m, costituito da limo argilloso brunastro con screziature di colore giallo ocra, con ghiaia e rari ciottoli angolari.
Da 3,00 m e fino a fondo foro (10,00 m) si ha sabbia fine di colore marrone chiaro con ghiaia e ciottoli, intercalazioni limose brunastre e presenza di frammenti lapidei di natura arenacea, da subangolari ad angolari.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

Sondaggio S3bis (X: 754101,31; Y: 4868535,61)					
Prof. sondaggio (m da p.c.)	n. SPT	n. campioni indisturbati	n. campioni rimaneggiati	n. campioni ambientali	Attrezzatura in foro (PZ)
10	3	-	2	-	-

Intervallo (m)	Litologia
0.00-0.10	Terreno vegetale
0.10-3.00	Limo argilloso
3.00-10.00	Sabbia fine con ghiaia e ciottoli

Tabella 7-B: Sondaggio S3bis

SONDAGGIO S4 bis

Il sondaggio S4bis è stato eseguito in Comune di Sarsina (FC), nella frazione di Sorbano.
Dalla stratigrafia emerge che al di sotto della cotica erbosa e di uno strato di suolo di natura argillosa di colore brunastro con ghiaia, dello spessore di 0,90 m, si rinviene uno strato dello spessore di 5,60 m, costituito da sabbia e ghiaia limosa, debolmente argillosa, di colore marrone chiaro con frammenti lapidei.
Da 6,50 m e fino a fondo foro (15,00 m) si ha il substrato roccioso costituito da un'alternanza di arenarie e marne, di colore grigio, compatte.

Sondaggio S4 bis (X: 754509,75; Y: 4868864,94)					
Prof. sondaggio (m da p.c.)	n. SPT	n. campioni indisturbati	n. campioni rimaneggiati	n. campioni ambientali	Attrezzatura in foro (PZ)
15	2	-	4	-	-

Intervallo (m)	Litologia
0.00-0.90	Terreno vegetale
0.90-2.70	Sabbia e ghiaia limosa
2.70-3.70	Sabbia e ghiaia limosa argillosa
3.70-6.50	Sabbia e ghiaia limosa
6.50-15.00	Alternanza di arenaria e marna compatta

Tabella 7-C: Sondaggio S4 bis

SONDAGGIO S31_SM_L

Il sondaggio S31_SM_L è stato eseguito in Comune di Sarsina (FC), nella frazione di Sorbano.
Dalla stratigrafia emerge un primo strato di limo sabbioso debolmente argilloso di colore beige, poco consistente con inclusi clasti millimetrici e centimetrici sub-angolari per 2.80 m di spessore. Al di sotto da 2.80 m a 25.00 m inizia un'alternanza di argilla limosa marnosa e arenite. La prima è di colore da grigio a beige, da poco consistente a consistente. La struttura risulta a tratti scagliettata con intercalati livelli centimetrici di marna. La seconda è di colore da grigio chiaro a grigio scuro, compatta, poco fratturata con presenza di patine carbonatiche. Dai

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

25.00 m ai 40.00 m è presente un'argilla limosa marnosa di colore grigio-bruno, da poco consistente molto consistente, a tratti scagliettata con intercalati blocchi di marna argillosa da 30,50 a 31,50 m e da 35,00 a 36,00m. il livello di falda a fine perforazione è risultato a 31.00 m dal piano campagna.

Sondaggio S31_SM_L (X: 754148,13; Y: 4868587,18)					
Prof. sondaggio (m da p.c.)	n. SPT	n. campioni indisturbati	n. campioni rimaneggiati	n. campioni ambientali	Attrezzatura in foro (PZ)
40	3	3	-	-	-

Intervallo (m)	Litologia
0.00-2.80	Limo sabbioso debolmente argilloso
2.80-25.00	Alternanza di argilla limosa e arenite
25.00-40.00	Argilla limosa marnosa

Tabella 7-D: Sondaggio S31_SM_L

SONDAGGIO S32_SM_L

Il sondaggio S32_SM_L è stato eseguito in Comune di Sarsina (FC), nella frazione di Sorbano. Dalla stratigrafia emerge dopo una prima coltre di terreno vegetale di 0.80 m di spessore, un'argilla sabbiosa di colore beige da consistente a molto consistente con inclusi clasti millimetrici e centimetrici da sub-angolari a sub-arrotondati fino ai 6.40 m. Dai 6.40 m ai 7.50 m è presente un'argilla marnosa di colore grigio con inclusi clasti eterometrici da sub-arrotondati a sub-angolari. Dai 7.50 m fino a fondo foro si rinviene un'arenite di colore da grigio chiaro a grigio scuro, compatta, da poco fratturata a fratturata. Presenza di patine carbonatiche biancastre con intercalati livelli decimetrici pelitici, in particolare marna e marna calcarea. Nel sondaggio è stato installato un piezometro a tubo aperto da 3'' finestrato dai 3.00 m ai 74.00 m. Il monitoraggio della falda ha restituito il 04/05/2023 un livello piezometrico pari a 18.00 m, mentre il 28/06/2023 pari a 17.85 m dal piano campagna.

Sondaggio S32_SM_L (X: 754261,47; Y: 4868671,56)					
Prof. sondaggio (m da p.c.)	n. SPT	n. campioni indisturbati	n. campioni rimaneggiati	n. campioni ambientali	Attrezzatura in foro (PZ)
80	-	-	2	-	1

Intervallo (m)	Litologia
0.00-0.80	Terreno vegetale
0.80-6.40	Argilla sabbiosa
6.40-7.50	Argilla marnosa
7.50-80.00	Arenite

Tabella 7-E: Sondaggio S32_SM_L

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

SONDAGGIO S33_SM_L

Il sondaggio S33_SM_L è stato eseguito in Comune di Sarsina (FC), nella frazione di Sorbano.
Dalla stratigrafia emerge che al di sotto del primo strato composto da ghiaia media in matrice sabbiosa dello spessore di 0,60 m, si rinviene uno strato dello spessore di 3,40 m, costituito da limo sabbioso argilloso con un aumento della frazione argillosa nell'ultimo metro dello strato.
Dai 4.00 m fino a fondo foro (30,00 m) si ha il substrato roccioso costituito da un'alternanza di arenarie e argilliti, di colore grigio, compatte.
Il sondaggio è stato attrezzato con un piezometro a tubo aperto di diametro da 3".

Sondaggio S33_SM_L (X: 754493,38; Y: 4868892,74)					
Prof. sondaggio (m da p.c.)	n. SPT	n. campioni indisturbati	n. campioni rimaneggiati	n. campioni ambientali	Attrezzatura in foro (PZ)
30	12	3	13	-	1

Intervallo (m)	Litologia
0.00-0.60	Ghiaia medio fine
0.60-3.00	Limo sabbioso e argilloso
3.00-4.00	Argilla limosa sabbiosa
4.00-30.00	Alternanza di arenaria e argilliti

Tabella 7-F: Sondaggio S33_SM_L

Le colonne stratigrafiche complete e la documentazione relativa alle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati, sono inclusi negli annessi alla presente relazione.

7.1 Modello geologico

Le risultanze dei sondaggi geognostici eseguiti in corrispondenza del sito progettuale confermano nello specifico l'assetto geologico illustrato nel paragrafo 3.2 della presente relazione.

Da un punto di vista litologico, le verticali indagate dai sondaggi evidenziano nel complesso un assetto caratterizzato dal bedrock litoide della Formazione Marnoso-Arenacea, il quale è soggetto, verso l'alto, ad un progressivo processo di degradazione. La fratturazione del bedrock è variabile e, con la profondità, aumenta gradualmente di compattezza e riduce la fessurazione andando a costituire il bedrock vero e proprio.
La porzione più superficiale, prossima al p.c., più fratturata e detensionata, esposta maggiormente agli agenti esogeni, evidenzia una spinta degradazione in sabbie, limi ed argille che, nel caso specifico, risultano coinvolti in fenomeni franosi, censiti dal PAI. Tale coltre è stata riscontrata in S3bis, S032_SM_L e S033_SM_L con spessori compresi tra circa 3 e 7 metri.

L'assetto geologico strutturale è caratterizzato dall'assetto plicativo di un'anticlinale con asse inclinato immergente a SE. In tal senso le giaciture degli strati dei terreni, prevalentemente

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

arenacei, presentano una giacitura di circa 180°-200° con un'inclinazione tra 20° e 25° e di conseguenza gli strati risultano a franapoggio.
Nelle aree in corrispondenza dell'estremità NE dell'opera in progetto affiorano sedimenti alluvionali, prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, legati alle esondazioni del Fiume Savio e del Fosso della Villa.

Il modello geologico, ipotizzato sulla base delle verticali di indagine eseguite, è riportato nell'Annesso 4.

7.2 Interpretazione indagini geognostiche

7.2.1 Prove penetrometriche (SPT)

Le prove penetrometriche del tipo SPT, eseguite in avanzamento di perforazione hanno permesso di conoscere la resistenza alla penetrazione offerta dai terreni attraversanti dall'utensile. Qui di seguito vengono riportate alcune correlazioni, tratte dalla letteratura geotecnica, utilizzate al fine di ricavare alcuni valori fisici e meccanici dei terreni riscontrati durante le perforazioni. Si precisa che i valori geotecnici ricavati dalle correlazioni sono indicativi in quanto le variabili (profondità, litologia ecc.) che entrano in gioco nella valutazione dei parametri sono molteplici e non tutte facilmente controllabili.
L'interpretazione delle prove SPT è sempre molto soggettiva e i valori ricavati dalle correlazioni semi empiriche tra Nspt e le grandezze più significative (e.g. *Cu e γ*) vanno utilizzati sempre con la giusta cautela in quanto spesso sovrastimati rispetto ai valori corrispondenti ricavati dalle prove di laboratorio, che rimangono i valori più veritieri.
Sulla base delle prove eseguite nei sondaggi eseguiti sono state ottenute le seguenti interpretazioni:

Sondaggio	Profondità (m)	Nspt	γ (t/m^3)	ϕ (°)
S3 bis	3.00-3.45	9-9-10	1.80	24.3
	6.00-6.45	12-6-13	1.85	25.2
	9.00-9.45	7-14-7	1.80	25.4
S4 bis	3.00-3.45	8-13-7	1.80	24.3
	6.00-6.20	24-R5	2.00	40
S31_SM_L	2.40-2.85	8-12-18	1.80	24.1
	11.70-12.15	13-19-22	1.90	30.2
	27.00-27.45	18-27-41	1.95	34.3
S33_SM_L	1.50-1.95	23-24-27	1.95	35.3
	3.00-3.16	R	2.00	40.0
	4.50-4.66	R	2.00	40.0
	9.00-9.66	R	2.00	40.0
	12.00-12.16	R	2.00	40.0
	15.00-15.95	36-42-48	2.00	40.0
	16.50-16.68	R	2.00	40.0
	18.00-18.16	R	2.00	40.0
	19.50-19.66	R	2.00	40.0
	21.00-21.50	R	2.00	40.0
	24.00-24.50	R	2.00	40.0
	27.00-27.50	R	2.00	40.0

Tabella 7-G: Interpretazione parametrica per le diverse campagne.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

7.2.2 Prove di Laboratorio

Sui campioni prelevati all'interno dei sondaggi sono state eseguite diverse prove di laboratorio in funzione della natura litologica degli stessi. Di seguito si riporta il riassunto del prelievo di campioni per le differenti campagne.

Sondaggio	Profondità (m)	Litologia	Lavorazione
S3 bis	3.50-4.00 7.50-8.00	Terreno Terreno	Si Si
S4 bis	3.00-3.50 7.00-8.00 8.00-9.00 13.00-13.50	Roccia Roccia Roccia Roccia	No Si Si No
S31_SM_L	2.00-2.35 11.35-11.70 26.65-27.00 27.00-27.45*	Terreno Terreno Terreno Terreno	No No Si Si
*Campione proveniente da SPT			

Tabella 7-H: Prelievo dei campioni per le diverse campagne.

Dei campioni prelevati sono stati sottoposti a prove di laboratorio entrambi i campioni del sondaggio S3 bis, su cui sono state eseguite prove di caratterizzazione fisica, e due sondaggi di S4 bis denominati C1 (7.00-8.00) e C2 (8.00-9.00), su cui sono stati eseguite prove di imbibizione e prove Point Load. Del sondaggio S31_SM_L è stato analizzato il campione CI3 e il campione proveniente dalla prova penetrometrica SPT3.
Per i campioni in terra del sondaggio S3 bis sono state eseguite prove di caratterizzazione fisica attraverso la curva granulometrica delle frazioni più grossolane rappresentative del campione. Di seguito si riportano riassunti i risultati:

Campione	Profondità (m)	Granulometria			
		G (%)	S (%)	L (%)	A (%)
CR 1	3.50-4.00	10	37	-	-
CR 2	7.50-8.00	0	49	-	-

Tabella 7-I: Tabella riassuntiva caratterizzazione dei campioni del S3 bis.

Il Point Load Test fornisce un indice di resistenza per la classificazione del materiale roccioso. Questo indice, più propriamente noto come Point Load Test Index, si relaziona empiricamente con la resistenza a compressione monoassiale di una roccia. Si può applicare sia su campioni irregolari che regolari di roccia. Questi ultimi generalmente sono carote di sondaggio (quindi cilindriche) di dimensioni variabili dai 25 a 50 millimetri di lunghezza per i quali può essere sufficiente applicare un carico massimo di 50 kN. Lo strumento è costituito da coni d'acciaio con forma appuntita terminale entro cui viene posto il campione; le punte vengono abbassate con una manovella fino a toccare il campione. Si misura il valore D che è la distanza tra le due punte a contatto col campione. Poi si applichi una forza di compressione fino a provocare la rottura del campione stesso. Si registra la forza a rottura (P) Il Point Load Test Index sarà Is=P/D2.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

Per procedere ad una classificazione dell'ammasso roccioso in funzione della compressione monoassiale, occorre considerare Is (50) cioè il valore di resistenza a rottura corretto per un campione di 50mm. Per determinare "empiricamente" la resistenza a compressione monoassiale della roccia potrà essere utilizzata la seguente relazione: q=K Is(50). K è un coefficiente moltiplicativo per il quale l'ISRM consiglia il valore 24. Per i campioni in roccia di S4 bis sono stati ottenuti i seguenti valori:

Campione	Profondità (m)	Peso naturale (Mg)	Peso imbibito (Mg)	Point Load assiale Is50 medio (MPa)	Point Load diametrale Is50 medio (MPa)
C1	7.00-8.00	5.155E-04	5.450E-04	0.69	-
C2	8.00-9.00	6.851E-04	7.105E-04	1.08	1.19

Tabella 7-J: Tabella riassuntiva caratterizzazione dei campioni litoidi di S4 bis.

Per i campioni del sondaggio S31_SM_L sono state eseguite prove di caratterizzazione fisica e meccanica, i risultati sono riassunti di seguito:

Campione	Profondità (m)	Granulometria				LL(%)	LP(%)	TxUU
		G (%)	S (%)	L (%)	A (%)			Cu (kN/m^2)
CI3	26.65-27.00	16.65	7.94	33.02	42.38	49	19	145.15
SPT3	27.00-27.45	7.03	6.96	42.15	43.85	-	-	-

Tabella 7-K: Tabella riassuntiva caratterizzazione dei campioni di S31_SM_L

7.3 Modello litotecnico

L'analisi delle risultanze delle indagini (dirette e indirette) e delle prove geotecniche di laboratorio eseguite hanno consentito la ricostruzione di un modello geotecnico relativamente al sito progettuale.

La caratterizzazione geotecnica di questi corpi è stata definita mediante l'interpretazione dei dati ottenuti nelle indagini penetrometriche S.P.T. e nelle indagini di laboratorio.

I parametri geotecnici determinati sono i seguenti:
- γ= peso di volume;
- c'= coesione drenata;
- ϕ'= angolo d'attrito interno;

I riferimenti alla consistenza dei terreni coesivi sono rispondenti alla classificazione di Terzaghi e Peck 1967 e per la densità dei terreni granulari si fa riferimento a Terzaghi-Peck 1948.

Unità 1 – **Ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose e sabbie limose sciolte (alluvioni) – spessore variabile**

Dati da sondaggio S4bis e S033_SM_L

γ=	19 – 22	kN/m^3
c'=	0	MPa
ϕ'=	30 – 38	°

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

Nota: lenti limoso-argillose, di spessore limitato, a bassa consistenza e caratteristiche geotecniche più scadenti possono essere incluse all'interno delle sabbie.

Unità 2 **– Limi argillosi a consistenza da plastica a media con sabbie limose sciolte (coltre di alterazione superficiale della Formazione Marnoso-Arenacea) – spessore compreso tra 2 e 4 m circa.**

Dati da sondaggio S3bis e S032_SM_L

γ=	18 – 19	kN/m^3
c'=	0 – 5	MPa
ϕ'=	20 – 24	°

Unità 2 – **Alternanze di siltite marnosa, arenarie, marne in strati a potenza variabile da compatti a fratturati (bedrock litoide e coltre superficiale alterata e/o molto fratturata) – spessore non definito.**

Dati da sondaggio S3bis, S4bis, S032_SM_L e S033_SM_L

γ=	22 - 26	kN/m^3
c'=	0 – 2	MPa

Nota: i valori inferiori e maggiori sono associati rispettivamente agli orizzonti superficiali fratturati più alterati e all'ammasso litoide meno alterato. Il grado di alterazione, la caratterizzazione litologico-strutturale (struttura dei giunti e loro orientamento spaziale, minerali componenti, grado di alterazione, omogeneità della roccia) è in prima ipotesi stimabile in riferimento alle risultanze delle indagini eseguite.

ϕ'=	22 – 30	°

Nota: i valori inferiori sono associati agli orizzonti pelitico-marnosi e i valori maggiori a quelli arenacei.

La roccia integra, caratterizzata mediante prove di point load, presenta:

σ_f=	7 - 30	Mpa (S3CR1)

I valori indicati fanno riferimento a quanto indagato nella porzione più superficiale della formazione e pertanto le caratteristiche tendono nel complesso a migliorare con la profondità, come evidenziato indirettamente dalle prove geofisiche eseguite.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

8 GEOMETRIA E MODALITÀ ESECUTIVE DELL'ATTRAVERSAMENTO

8.1 Modalità esecutive dell'attraversamento

L'attraversamento in oggetto è previsto mediante la realizzazione di una trivellazione con tecnica "microtunnelling" combinata con la tecnica "TBM".
Nell'elaborato grafico di dettaglio Dis. 22358-10-LB-17D-81246 oltre alla geometria dell'attraversamento sono riportate le seguenti informazioni di progetto:

- Diametro interno e/o esterno, spessore e tipo di acciaio della condotta di linea;
- Diametro esterno, spessore e lunghezza dei conci in c.a.;
- Lunghezza complessiva del microtunnel in c.a. e lunghezze parziali dei tratti rettilinei;
- Angoli di ingresso e uscita e raggio di curvatura;
- Copertura minima dal piano campagna;
- Dimensioni indicative delle postazioni di partenza e d'arrivo;

Le coperture del tunnel rispetto al piano campagna sono da considerarsi valori minimi da rispettare durante l'esecuzione del tunnel.
La geometria finale esecutiva sarà verificata e stabilita dalla ditta esecutrice sulla base di dettagliate indagini geognostiche e dallo stato dei luoghi al momento della realizzazione dell'opera (come, ad esempio, la presenza di aree allagate, altezza della falda, ecc.).

8.2 Descrizione delle fasi di lavorazione del Microtunnel

Il sistema di costruzione mediante microtunnelling permette la realizzazione della posa della condotta in sotterraneo senza la necessità di scavi a cielo aperto, i quali saranno realizzati solamente in prossimità della postazione di partenza e di arrivo dell'apparato fresante. Tale tecnologia prevede una perforazione direzionale del sottosuolo e la progressiva installazione di conci prefabbricati in c.a. aventi diametro maggiore della condotta in progetto (Figura 8-A). Per conci in c.a. si intendono degli elementi tubolari interi in cemento armato che, preceduti da un apparato fresante, vengono spinti progressivamente nel terreno ed entro i quali sarà successivamente inserita la condotta in progetto.

Al fine di limitare le sollecitazioni sui conci potranno essere installate delle stazioni di spinta intermedie.

Per l'esecuzione del Microtunnel si opererà secondo le modalità qui di seguito descritte:

8.2.1 Preparazione aree di cantiere

Per la preparazione dei siti previsti per l'installazione delle aree di cantiere si prevedono i seguenti lavori:

- sistemazione/realizzazione di strade di accesso;
- rimozione di eventuali ostacoli;
- eventuali spianamenti del terreno;
- prosciugamento delle aree destinate all'alloggiamento delle postazioni di partenza e arrivo (operando sotto falda);

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

- eventuale drenaggio (da prevedersi in caso di aree con rischio di allagamento);
- preparazione delle aree per l'alloggiamento di containers e stoccaggio materiali;
- preparazione aree destinate allo stoccaggio dello smarino;
- installazione del cantiere.

8.2.2 Postazione di partenza ed installazione delle apparecchiature

La realizzazione della postazione di partenza, prevista per il progetto, prevede l'esecuzione delle seguenti attività:

- realizzazione della postazione di trivellazione interrata mediante l'installazione di strutture di contenimento verticali e del piano di calpestio con tipologie adeguate a resistere ai carichi esterni, alla spinta delle terre ed alle spinte idrostatiche.
- esecuzione della postazione di partenza per l'alloggiamento della macchina di spinta;
- delimitazione e chiusura, con apposita recinzione, delle aree di cantiere e di scavo;
- costruzione soletta di base per appoggio strutture di spinta e alloggiamento guide in acciaio;
- installazione degli elementi per la guida delle apparecchiature di perforazione;
- installazione apparecchiature di spinta;
- installazione delle apparecchiature di perforazione;
- installazione del sistema di trasporto a giorno dello smarino mediante sistema idraulico;
- installazione di attrezzature e strumentazioni varie;
- apertura foro nella parete frontale;
- messa in opera dell'anello di guida e della guarnizione tenuta;
- installazione sistema di controllo della direzione.

8.2.3 Elementi tubolari in c.a.

Gli elementi tubolari impiegati per il rivestimento del tunnel sono in c.a. vibrati, calcolati per resistere alla spinta assiale prodotta dalla stazione di spinta durante la messa in opera degli elementi stessi, ed ai carichi superiori, gravati secondo quanto stabilito dalle vigenti norme.

8.2.4 Esecuzione del Microtunnel

Scavo del tunnel

Lo scavo del tunnel avviene mediante l'avanzamento di uno scudo cilindrico a cui è applicata frontalmente una fresa rotante dello stesso diametro dello scudo.
Durante la fase di scavo, la testa della macchina è quindi lubrificata con una miscela di bentonite e acqua, trasportata tramite un sistema di circolazione chiuso.
La testa della macchina di scavo opera sotto una campana di aria compressa o di una miscela di acqua/bentonite; comunque è tenuta sempre in pressione. L'avanzamento della testa fresante avviene mediante la spinta degli elementi tubolari in c.a. che vengono successivamente infissi dalla postazione di spinta.

Infissione degli elementi tubolari nel terreno

Per l'avanzamento degli elementi tubolari in c.a. è utilizzata una unità spingitubo collocata all'interno del pozzo di spinta. L'unità di spinta è composta da martinetti idraulici montati su un

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

telaio metallico, da un anello di spinta mobile posto davanti ai martinetti idraulici e da una parete metallica di spinta fissa posta dietro i martinetti.
Quando un elemento è completamente spinto nel terreno, i martinetti idraulici e l'anello di spinta sono retratti per l'inserimento di un nuovo elemento.
Il nuovo elemento è calato all'interno del pozzo e incastrato all'estremità dell'elemento precedente. Non appena ultimato l'incastro la spinta riprende.
Per ridurre l'attrito tubo/terreno è impiegata una miscela bentonitica come lubrificante esterno.
Le giunzioni tra i conci in c.a. sono di tipologia idonea per consentire la deviazione angolare del microtunnel e la tenuta idrica. L'incastro ed il centraggio tra due tubi successivi sono garantiti mediante un'opportuna sagomatura dei bordi oppure con collari di acciaio annegati nel getto.

Trasporto a giorno dello smarino tramite sistema idraulico

Il materiale scavato viene evacuato dalla parte anteriore dello scudo e portato in una unità di frantumazione. Il materiale frantumato viene miscelato con acqua e formare una miscela fluida (slurry) e quindi smaltita all'esterno attraverso un sistema di riciclo fino ad una unità di dissabbiatura e decantazione in apposita vasca impermeabilizzata.

8.2.5 Esecuzione del tunnel con tecnologia TBM

Lo scavo del tunnel avviene mediante autoavanzamento di una testa di perforazione a piena sezione e della relativa struttura portante (Figura 8-B). Le fasi operative per l'esecuzione di un tunnel con TBM sono le seguenti:

- Realizzazione degli imbocchi e montaggio della TBM. Si deve pertanto scavare una galleria con metodi tradizionali o realizzare un tratto in tunnel artificiale, per una lunghezza necessaria (circa 5-6 m) a garantire il grippaggio dei martinetti idraulici alla roccia circostante;
- Montaggio della TBM in un'unica fase o aggiungendo gli elementi in fase di avanzamento;
- Scavo del tunnel mediante l'avanzamento di una testa rotante (fresa) alla quale sono applicati i taglienti a disco (cutters), che viene spinta contro la parete da scavare e contemporaneamente fatta ruotare. L'azione di avanzamento è esercitata dall'unità di spinta costituita da martinetti idraulici, che agiscono direttamente sulla trave portante;
- Trasporto dello "smarino", raccolto da apposite "pale di sgombero", poi convogliato in una tramoggia e da qui su un nastro trasportatore al di sopra del corpo della fresa e successivamente tramite altri nastri trasportatori fino alla fine del back-up.
- Realizzazione di consolidamenti e/o rivestimenti del cavo/tunnel. In funzione della reale consistenza della roccia scavata, si deve provvedere a mettere in sicurezza il tunnel, realizzando gli opportuni consolidamenti e, se richiesto il rivestimento definitivo.
- L'ultima fase prevede l'inserimento del tubo di linea nel tunnel. Il varo della condotta può essere eseguito tirando o spingendo la tubazione, preferibilmente in un'unica colonna di varo o in alternativa ultimando tutte le operazioni di accoppiamento, saldatura, ripristino dei giunti all'interno del tunnel. Completata la posa della condotta è possibile saturare l'intercapedine fra la condotta ed il tunnel con apposite miscele cementizie a bassa resistenza e facilmente rimovibili.
- L'ultima operazione consiste nel ripristino delle aree di lavoro allo stato originale.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

8.2.6 Controlli

Essendo necessario il controllo in tempo reale della direzionalità del microtunnel durante l'operazione di spinta, viene approntato un sistema computerizzato di elaborazione dati rilevati mediante puntamento ottico e laser o sistema di auto-guida.
L'operatore addetto alla verifica opera con continuità sulla consolle di comando per le necessarie correzioni.

8.2.7 Esecuzione postazione di uscita

Nel punto terminale del tunnel si provvede all'esecuzione della postazione di arrivo per il recupero dello scudo e delle apparecchiature di scavo. Nel caso risulti necessario, in relazione alle condizioni geologiche locali, si può prevedere il consolidamento del terreno, in adiacenza al punto di uscita della testa fresante.

8.2.8 Posizionamento del metanodotto nel Microtunnel

La posa della condotta nel tunnel viene effettuata "varando" una colonna prefabbricata in esterno, oppure realizzando le saldature in corrispondenza dell'estremità del tunnel stesso.
La condotta è separata dalla parete del microtunnel mediante distanziatori in malta poliuretanica gettati in opera posti ad un determinato interasse con resistenze caratteristiche adeguate alle sollecitazioni a cui sono sottoposti durante le operazioni di varo.

8.2.9 Riempimento intercapedine tra gli elementi del Microtunnel ed il terreno

Lo spazio presente tra la parete esterna degli elementi del Microtunnel e il terreno viene saturato mediante iniezione di bentonite e/o boiacca di cemento attraverso appositi ugelli predisposti nei tubi in c.a.

8.2.10 Intasamento dei tunnel

Dopo le operazioni di infilaggio del tubo in acciaio e dei tubi portacavi, l'intercapedine tra la parete interna del Microtunnel ed i tubi suddetti viene intasata con miscele cementizio/bentonitiche realizzate secondo le specifiche previste dal Cliente.
Preliminarmente alle operazioni d'intasamento, vengono realizzate, in corrispondenza delle due estremità, le strutture per il contenimento all'interno del tunnel della miscela fluida.

8.2.11 Ripristino delle aree di cantiere e demolizione delle opere in c.a.

A fine dei lavori, tutte le aree di cantiere interessate vengono ripristinate per ricostituire la morfologia originaria del terreno. Vengono inoltre realizzate le opere previste per il recupero ambientale delle aree interessate dai lavori.
Vengono ripristinati tutti gli accessi temporanei agli imbocchi utilizzati in corso di esecuzione di lavori, in modo da restituire le originarie morfologie alle aree interessate dai lavori.
Le opere in c.a. vengono demolite quanto più possibile e comunque per una profondità minima di 1.50 m dal piano campagna originale, fatto salvo le parti la cui demolizione potrebbe non essere funzionale all'esercizio del Microtunnel.

8.2.12 Descrizione dei mezzi d'opera

Questa metodologia di attraversamento prevede due aree di lavoro ubicate alle due estremità del "microtunnel"; la principale, quella dove alloggia la "postazione di partenza" che ha una

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

dimensione di circa 15 m x 6 m, mentre dalla parte opposta, dove è ubicata la postazione di arrivo è allestita un'area di lavoro minore, pari a circa 10 m x 6 m.

Unità generatore

L'unità generatore ha bisogno di produrre l'energia necessaria al funzionamento dell'impianto ed è generalmente costituita da una serie di motori diesel; l'energia viene trasmessa alla testa di perforazione e a tutti gli impianti del cantiere tramite la cabina di manovra detto anche "container comando".

Cabina di manovra

La cabina di manovra contiene tutti i dispositivi necessari per manovrare l'unità di spinta (martinetti idraulici), la consolle di guida della testa di perforazione e quant'altro per il controllo di tutti i parametri di trivellazione.

Mezzo di sollevamento

Un mezzo di sollevamento serve per la movimentazione dei conci in c.a. precedentemente stoccati nelle vicinanze.

Unità fanghi e vibrovaglio

Questa attrezzatura consente la continua riutilizzazione dell'acqua per il circuito dei fanghi e nel contempo la separazione della porzione solida contenuta nei fluidi di perforazione per avviarla a discarica; l'unita è costituita da una o più vasche nelle quali vengono fatte decantare e/o filtrati per mezzo di vibrovagli i fluidi provenienti dal circuito di smarino: tramite pompe sommerse comandate dall'operatore i fanghi ripuliti vengono re-immessi nel circuito di mandata dell'acqua; in presenza di materiali fini come argille e limi, l'azione di separazione dei materiali solidi viene rafforzata con l'uso di cicloni centrifughi; tutto il materiale di risulta del processo descritto pocanzi viene stoccato temporaneamente in un'area del cantiere apposita per poi essere trasportata definitivamente in discarica autorizzata;

Area ricambi-materiali

L'area ricambi-materiali è costituita da più container con tutte le attrezzature del caso ed eventuali ricambi delle macchine operatrici.

Area spogliatoi, uffici e servizi

Questa zona è a uso degli operatori.

Impianto di confezionamento miscela bentonitica

Dopo il varo della condotta di linea avviene intasamento del microtunnel tramite un impianto di confezionamento del tipo automatico in grado di preparare con costanza e precisione la miscela prevista, caricando e pesando i componenti ed eseguendo la miscelazione tramite cicloni ad elevata turbolenza.

Successivamente alla realizzazione del microtunnel in questa area saranno ubicate le apparecchiature per la prefabbricazione delle stringhe di tubo (saldatrici) e per il successivo varo (mezzi di sollevamento).

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

Postazione di arrivo

L'area della postazione di arrivo ospita invece essenzialmente la trincea necessaria per il recupero della testa di perforazione, un'area pezzi di ricambio e stoccaggio materiali più un mezzo di sollevamento.

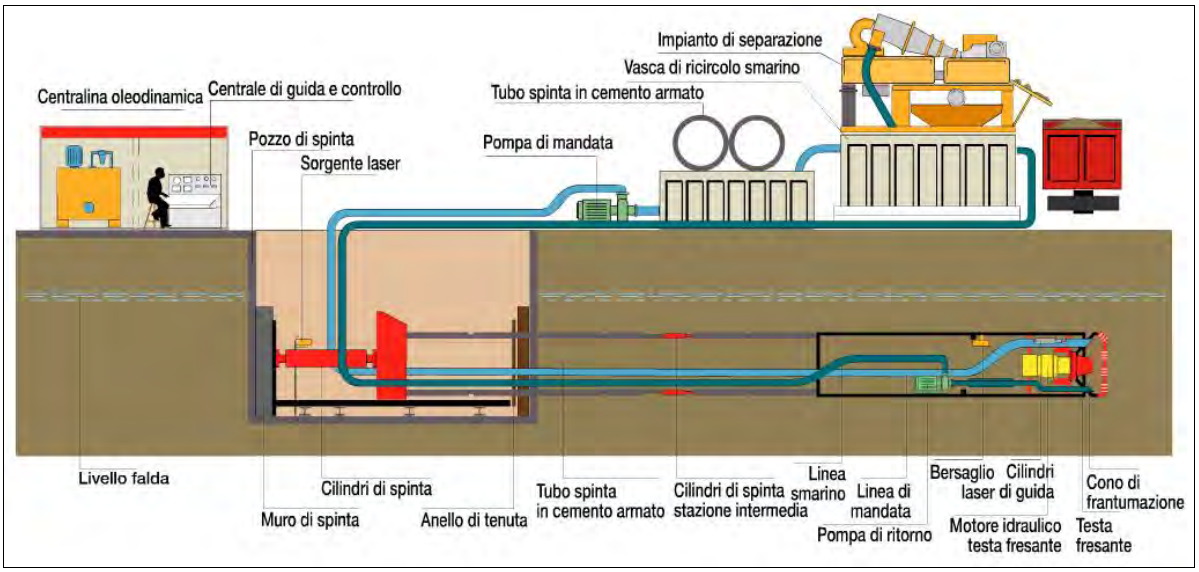


Figura 8-A: Tipica configurazione di cantiere per la realizzazione di un microtunnel in c.a. (fonte: Icop S.p.A.).

Figura 8-B: Immagine di una TBM scudata

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

8.3 Descrizione delle fasi di lavorazione della T.B.M.

La tecnologia del Tunnel Boring Machine (TBM) assai simile a quella del microtunnel, è forse più versatile e consente comunque di realizzare tunnel di grandi dimensioni, di notevole lunghezza ed in qualsiasi tipo di terreno, con l'uso di frese rotanti seguite o meno da rivestimenti o rinforzi del tunnel.

Il sistema è basato sull'autoavanzamento di una testa di perforazione a piena sezione e della relativa struttura portante; l'azione di avanzamento è esercitata da una trave portante corredata di pistoni idraulici, l'azione di contrasto è esercitata da una serie di martinetti idraulici solidali con il corpo macchina (non meno di due coppie, (Figura 8 A), che garantiscono il grippaggio della macchina alla roccia.

Per l'esecuzione del tunnel con tecnologia TBM, si opererà secondo le modalità qui di seguito descritte.

8.3.1 Preparazione aree di cantiere

Per la preparazione dei siti previsti per l'installazione delle aree di cantiere si prevedono i seguenti lavori:

- sistemazione/realizzazione di strade di accesso;
- rimozione di eventuali ostacoli;
- eventuali spianamenti del terreno;
- prosciugamento delle aree destinate all'alloggiamento delle postazioni di partenza e arrivo (operando sotto falda);
- eventuale drenaggio (da prevedersi in caso di aree con rischio di allagamento);
- preparazione delle aree per l'alloggiamento di containers e stoccaggio materiali;
- preparazione aree destinate allo stoccaggio dello smarino;
- installazione del cantiere.

8.3.2 Postazione di partenza ed installazione delle apparecchiature

La realizzazione della postazione di partenza, prevista per il progetto, prevede l'esecuzione delle seguenti attività:

- realizzazione della postazione di trivellazione interrata mediante l'installazione di strutture di contenimento verticali e del piano di calpestio con tipologie adeguate a resistere ai carichi esterni, alla spinta delle terre ed alle spinte idrostatiche.
- esecuzione della postazione di partenza per l'alloggiamento della macchina di spinta;
- delimitazione e chiusura, con apposita recinzione, delle aree di cantiere e di scavo;
- costruzione soletta di base per appoggio strutture di spinta e alloggiamento guide in acciaio;
- installazione degli elementi per la guida delle apparecchiature di perforazione;
- installazione apparecchiature di spinta;
- installazione delle apparecchiature di perforazione;
- installazione del sistema di trasporto a giorno dello smarino mediante sistema idraulico;
- installazione di attrezzature e strumentazioni varie;

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

- apertura foro nella parete frontale;
- messa in opera dell'anello di guida e della guarnizione tenuta;
- installazione sistema di controllo della direzione.

8.3.3 Descrizione di una TBM

Per TBM si intende la fresa e tutta l'attrezzatura che le consente l'avanzamento e lo scavo. Le parti principali che costituiscono una TBM sono:

1. *Testa Fresante:* formata da un corpo centrale sul quale sono imbullonati o saldati settori periferici idonei a farle assumere una forma circolare del diametro richiesto. Sulla faccia anteriore della testa sono montate delle selle entro le quali alloggiare gli utensili di taglio (cutters) intercambiabili e necessari per sgretolare la roccia. Sul bordo della testa sono installate delle pale o tazze atte a raccogliere il detrito di scavo e convogliarlo all'esterno. Sempre sul fronte della fresa sono presenti degli ugelli per iniettare acqua in pressione con lo scopo di abbattere le polveri, raffreddare gli utensili ed i meccanismi in movimento;
2. *Trave principale o portante:* costituita da uno scatolare in acciaio che collega la testa fresante (per mezzo di un cuscinetto principale) con la struttura di spinta e grippaggio. Nella parte posteriore sono alloggiati i cilindri di spinta che, tramite un sistema telescopico, consentono la spinta e l'avanzamento della testa fresante. Sul corpo della trave e sul gruppo di spinta, si trovano le coppie di grippers (generalmente uno o due coppie), cilindri idraulici con all'estremità una scarpa di appoggio alla parete rocciosa idonea a distribuire al meglio le spinte di serraggio imposte dai pistoni;
3. *Gruppo motori:* sono motori elettro-idraulici o elettro-meccanici che garantiscono la rotazione alla testa fresante;
4. *Consolle di guida (Cabina di controllo):* è una centralina di controllo e guida, generalmente ubicata in prossimità della trave principale, talvolta fra due serie di grippers, fornita del target per il laser e, nelle versioni più moderne, consente la guida computerizzata della TBM;
5. *Nastro trasportatore:* nella parte superiore della TBM, trova posto un primo nastro trasportatore che consente di convogliare il materiale frantumato dalla testa e raccolto dalle pale, fino ad un punto di raccolta in coda alla fresa;
6. *Sistema di lubrificazione:* Tutti gli organi in movimento dei motori, i cuscinetti e le guarnizioni per i pistoni, sono mantenuti costantemente lubrificati da un sistema automatico di lubrificazione e ingrassaggio. Il controllo avviene dalla consolle di guida.

8.3.4 Esecuzione del tunnel con tecnologia TBM

Lo scavo del tunnel avviene mediante autoavanzamento di una testa di perforazione a piena sezione e della relativa struttura portante. Le fasi operative per l'esecuzione di un tunnel con TBM sono le seguenti:

- Realizzazione degli imbocchi e montaggio della TBM. Si deve pertanto scavare una galleria con metodi tradizionali o realizzare un tratto in tunnel artificiale, per una lunghezza necessaria (circa 5-6 m) a garantire il grippaggio dei martinetti idraulici alla roccia circostante;
- Montaggio della TBM in un'unica fase o aggiungendo gli elementi in fase di avanzamento;

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

- Scavo del tunnel mediante l'avanzamento di una testa rotante (fresa) alla quale sono applicati i taglienti a disco (cutters), che viene spinta contro la parete da scavare e contemporaneamente fatta ruotare. L'azione di avanzamento è esercitata dall'unità di spinta costituita da martinetti idraulici, che agiscono direttamente sulla trave portante;
- Trasporto dello "smarino", raccolto da apposite "pale di sgombero", poi convogliato in una tramoggia e da qui su un nastro trasportatore al di sopra del corpo della fresa e successivamente tramite altri nastri trasportatori fino alla fine del back-up.
- Realizzazione di consolidamenti e/o rivestimenti del cavo/tunnel. In funzione della reale consistenza della roccia scavata, si deve provvedere a mettere in sicurezza il tunnel, realizzando gli opportuni consolidamenti e, se richiesto il rivestimento definitivo.
- L'ultima fase prevede l'inserimento del tubo di linea nel tunnel. Il varo della condotta può essere eseguito tirando o spingendo la tubazione, preferibilmente in un'unica colonna di varo o in alternativa ultimando tutte le operazioni di accoppiamento, saldatura, ripristino dei giunti all'interno del tunnel. Completata la posa della condotta è possibile saturare l'intercapedine fra la condotta ed il tunnel con apposite miscele cementizie a bassa resistenza e facilmente rimovibili.
- L'ultima operazione consiste nel ripristino delle aree di lavoro allo stato originale.

8.3.5 Controlli

Essendo necessario il controllo in tempo reale della direzionalità del tunnel durante l'operazione di spinta, viene approntato un sistema computerizzato di elaborazione dati rilevati mediante puntamento ottico e laser o sistema di auto-guida.
L'operatore addetto alla verifica opera con continuità sulla consolle di comando per le necessarie correzioni.

8.3.6 Esecuzione postazione di uscita

Nel punto terminale del tunnel si provvede all'esecuzione della postazione di arrivo per il recupero dello scudo e delle apparecchiature di scavo. Nel caso risulti necessario, in relazione alle condizioni geologiche locali, si può prevedere il consolidamento del terreno, in adiacenza al punto di uscita della testa fresante.

8.3.7 Riempimento intercapedine tra gli elementi del tunnel ed il terreno

Lo spazio presente tra la parete esterna degli elementi del tunnel e il terreno viene saturato mediante iniezione di bentonite e/o boiacca di cemento attraverso appositi ugelli predisposti nei tubi in c.a.

8.3.8 Intasamento del tunnel

Dopo le operazioni di infilaggio del tubo in acciaio e dei tubi portacavi, l'intercapedine tra la parete interna del tunnel ed i tubi suddetti viene intasata con miscele cementizio/bentonitiche realizzate secondo le specifiche previste dal Cliente. Di norma vengono intasati i tunnel/gallerie realizzati con T.B.M. con diametro inferiore ai 4 m e lunghezza non superiore ai 1.500 m. In casi di attraversamenti in subalveo di corsi d'acqua, l'intasamento consente di garantire maggiormente la tenuta idraulica dell'opera, eliminando a priori qualsiasi possibilità di infiltrazione d'acqua.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

8.3.9 Ripristino delle aree di cantiere e demolizione delle opere in c.a.

A fine dei lavori, tutte le aree di cantiere interessate vengono ripristinate per ricostituire la morfologia originaria del terreno. Vengono inoltre realizzate le opere previste per il recupero ambientale delle aree interessate dai lavori.
Vengono ripristinati tutti gli accessi temporanei agli imbocchi utilizzati in corso di esecuzione di lavori, in modo da restituire le originarie morfologie alle aree interessate dai lavori.
Le opere in c.a. vengono demolite quanto più possibile e comunque per una profondità minima di 1.50 m dal piano campagna originale, fatto salvo le parti la cui demolizione potrebbe non essere funzionale all’esercizio del tunnel.

Figura 8-C: Immagine di una TBM scudata

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

9 CONCLUSIONI

Nell'ambito della progettazione del metanodotto "Sestino-Minerbio DN 1200 (48''), DP 75 bar", all'interno del territorio comunale di Sarsina (FC), è stata prevista la realizzazione di un microtunnel associata ad una galleria (o TBM),I aventi una lunghezza planimetrica complessiva, rispettivamente, di circa 47 e 434 m, al fine di attraversare un'area montuosa caratterizzata da alcune criticità geomorfologiche.

Dal punto di vista geologico, il settore interessato dalla trenchless in progetto è caratterizzato dalla formazione flyschoide Marnoso Arenacea, costituita da un'alternanza di arenarie, marne, siltiti marnose, argilliti fittamente stratificate, e rappresentato dal Membro di Fontanelice (FMA13) e del Membro di Borgo Tossignano (FMA14) nella loro facies prevalentemente arenacea. Tale formazione geologica, che risulta prevalente nel volume geologico significativo dell'opera in progetto, presenta un andamento monoclinalico immergente indicativamente verso SSE. L'ammasso marnoso-arenaceo gradualmente, con la profondità, aumenta di compattezza e riduce la fessurazione andando a costituire il bedrock vero e proprio. Depositi quaternari continentali, ascrivibili al Subsintema di Ravenna (AES8), sono presenti in superficie, esclusivamente nella valle del F. Savio presso la confluenza con il Fosso della Villa in una zona caratterizzata da evoluzione idrogeomorfologica nel settore dell'estremità NE dell'opera in progetto.

Per quanto concerne gli aspetti idrogeologici, nella FMA si distinguono i membri a prevalenza marnoso-pelitica a bassa permeabilità, dai membri a prevalenza arenacea a maggiore conducibilità idraulica. Su tali litotipi la fratturazione, quando molto spinta, tende ad aumentare significativamente la permeabilità secondaria dell'ammasso e, generalmente, tale effetto risulta maggiore negli spessori superficiali ove le fessure tendono ad essere beanti a causa della minore pressione litostatica. In tale contesto, l'assetto idrogeologico locale è caratterizzato dalla presenza di sistemi di circolazione idrica sotterranea: in profondità nei livelli più permeabili della Formazione Marnoso-Arenacea, nonché da flussi nella porzione più superficiale e fratturata.
Ulteriori circolazioni idriche sono legate all'idrologia del Fosso della Villa e del Fiume Savio nell'estremità NE dell'opera in progetto.

Dal punto di vista geotecnico, i depositi flyschoidi rientrano nella categoria dei litotipi complessi in relazione sia alle ritmiche variazioni litologiche, sia in relazione alla "strutturazione", intesa come micro e macro fratturazione dell'ammasso per azioni tettoniche, predisponendo ad un maggior decadimento delle caratteristiche geotecniche ed un potenziale aumento della conducibilità idraulica.

La consultazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) e del catalogo I.F.F.I. ha consentito verificare che l'opera in progetto non interferisce planimetricamente con aree in frana perimetrate nell'ambito dei suddetti strumenti. Per quanto concerne la pericolosità idraulica, si evince che la trenchless in progetto interferisce con un'area a pericolosità P2 censita nel PGRA – Aggiornamento 2022 del distretto padano.

Dall'analisi del database D.I.S.S. (INGV) si evince che il sito interessato dalla realizzazione dell'opera risulta non ricadere all'interno di sorgenti sismogenetiche.
Il database ITHACA (ISPRA) tiene conto invece delle faglie capaci, cioè le faglie che potenzialmente possono creare deformazione permanente in superficie, aldilà della natura

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

strutturale. Dall'analisi della suddetta banca dati si evince che lo sviluppo longitudinale della trenchless in progetto non risulta intersecare faglie capaci.

Pertanto, sulla base di quanto descritto, la realizzazione della trenchless prevede l'attraversamento di strati a differente competenza, da gestire con idonea strumentazione e utensili di scavo, in relazione alla resistenza intrinseca della natura litoide, agli aspetti giaciturali nonché al grado di cementazione e fratturazione, volgendo particolare attenzione alle estremità dell'opera in progetto, in quanto caratterizzate da parametri geotecnici inferiori e da circolazione idrica.

Gli eventuali pareri di compatibilità saranno acquisiti presso gli enti prima dell'esecuzione dell'opera in progetto. Dalle indagini eseguite, la trenchless in progetto è stata posata al di sotto dei corpi di frana perimetrati e studiati in fase di progettazione. Per quanto concerne l'attraversamento del corso d'acqua, la quota di posa è a profondità tale da garantire la sicurezza della condotta nei confronti dei processi erosivi, in accordo ai tempi di ritorno previsti dalle NTA delle AdB di competenza. Ulteriori indagini sono a carico dell'appaltatore che avrà cura di verificare le ipotesi su cui l'opera è stata progettata.

In definitiva, in virtù di quanto esposto negli approfondimenti specifici del presente documento, è possibile affermare che, per quanto concerne l'assetto geologico dell'area in esame, desunto dai sopralluoghi e dalle indagini eseguite, sussistono le condizioni di fattibilità dell'opera secondo la geometria di progetto e i dovuti accorgimenti tecnico-costruttivi.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

10 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

-Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Servizio Geologico d'Italia e Progetto CARG);

-Carta geologica regionale alla scala 1:10.000 (Carta geologica regionale alla scala 1:10.000 (Regione Emilia-Romagna);

-CPTI 2015, INGV. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani;

-Database of Individual Seismogenic Sources (DISS, INGV). Servizi webgis;

-Database Italy Hazard from Capable faults (ITHACA, ISPRA). Servizi webgis;

-Database Centro Nazionale Terremoti (CNT, INGV);

-Gargini A. et al., 2009. "Le gallerie TAV attraverso l'Appennino toscano: impatto idrogeologico ed opere di mitigazione".

-Massime intensità macrosismiche relativamente al territorio italiano (GNDT, ING, SSN);

-Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.). Regione Emilia-Romagna. Servizi wms e shapefile.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Rif. T.EN ITALY SOLUTIONS: 2295-302-CN-1441-15

11 ANNESSI

Annesso 1 – Stratigrafie sondaggi e foto cassette catalogatrici
Annesso 2 – Certificati di laboratorio
Annesso 3 – Prova ERT
Annesso 4 – Sezione geologica

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Snam Rete Gas

COMMITTENTE: Technip TECHNIP ITALY S.p.A.

OGGETTO: METANODOTTO SESTINO-MINERBIO - 2° TRONCO

MOTIVAZIONE: Variante Romagnano

COMUNE: SARSINA - FRAZ. SORBANO (FC)

RILIEVO LIVELLI ACQUA NEL FORO DI SONDAGGIO				
PROFONDITA' FORO	SERA		MATTINA	
	DATA	LIVELLO	DATA	LIVELLO
11.00 m	11-05-2010	assente		

SIGLA SONDAGGIO: **S3bis**

PROFONDITA': 10.00 m

COMPILATORE: Tecnico S.In.Ge.A.

COORDINATE PUNTO: 43° 55' 34,05280" N 12° 09' 55,23565" E

QUOTA: XXXX m s.l.m.

PROGRESSIVA PROGETTO: XX+XX km

DATA	TUBO RIVESTIMENTO	TIPO CAROTIERE	PROFONDITA' DAL P.C. (m)	POTENZA DELLO STRATO (m)	SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA
Data inizio: 10-05-2010 Data fine: 11-05-2010	Rivestimento metallico Ø 178	Carotiere semplice Ø 146	0.10	0.10		Cotica erbosa.
			3.00	2.90		Limo argilloso brunastro con screziature di colore giallo ocra, con ghiaia e rari ciottoli angolari. Presenza di resti vegetali fino a 1.00 m di profondità.
			8.00	5.00		Sabbia fine di colore marrone chiaro con ghiaia e ciottoli ed intercalazioni limose brunastre. Presenza di frammenti lapidei di natura arenacea, da subangolari ad angolari.
			10.0	2.00		Sabbia fine di colore marrone chiaro con ghiaia e ciottoli ed intercalazioni limoso-sabbiose brunastre. I clasti, di natura sedimentaria (arenarie), si presentano subarrotondati, Ømed 7 cm. FINE SONDAGGIO

S.P.T.	RIEMPIMENTO FORO	PROVE DI PERMEABILITA' LEFRANC	POCKET PEN. TEST (kg/cmq) Long.	POCKET PEN. TEST (kg/cmq) Trasv.	TORVANE (N/cmq) Long.	TORVANE (N/cmq) Trasv.	CAMPIONI INDISTURBATI (SHELBY)	CAMPIONI RIMANEGGIATI	MANOVRA DI CAROTAGGIO	% CAROTAGGIO MODIFICATA (R.Q.D.)
3.00 9/9/10	Materiale di risulta della perforazione.	Non eseguite	1.80 2.00 1.70					3.50 CR1 4.00		
6.00 12/6/13								7.50 CR2 8.00		
9.00 7/14/7	Cementazione con miscela acqua-cemento.									
	5.00									
	10.00									

SONDAGGIO S3bis

SONDAGGIO S3bis: cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m

SONDAGGIO S3bis: cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

S.In.Ge.A. s.r.l. SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Snam Rete Gas

COMMITTENTE: Technip TECHNIP ITALY S.p.A.

OGGETTO: METANODOTTO SESTINO-MINERBIO - 2° TRONCO

MOTIVAZIONE: Variante Romagnano

COMUNE: SARSINA - FRAZ. SORBANO (FC)

RILIEVO LIVELLI ACQUA NEL FORO DI SONDAGGIO

PROFONDITA' FORO	SERA DATA	SERA LIVELLO	MATTINA DATA	MATTINA LIVELLO
15.00 m	11-05-2010	assente		

SIGLA SONDAGGIO: **S4bis**

PROFONDITA': 15.00 m

COMPILATORE: Tecnico S.In.Ge.A.

COORDINATE PUNTO: 43° 55' 43,45806" N 12° 10' 13,83991" E

QUOTA: XXXX m s.l.m.

PROGRESSIVA PROGETTO: XX+XX km

Data inizio: 11-05-2010
Data fine: 11-05-2010

PROFONDITA' DAL P.C. (m)	POTENZA DELLO STRATO (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0.10	0.10	Cotica erbosa.
0.90	0.80	Suolo di natura argillosa di colore brunastro con ghiaia. Presenza di resti vegetali e di apparti radicali.
2.70	1.80	Sabbia e ghiaia limosa di colore marrone chiaro con frammenti lapidei. I clasti di natura sedimentaria (arenaria) si presentano angolari, Ømed 5-6 cm.
3.70	1.00	Sabbia e ghiaia limoso-argilloso di colore rossastro con frammenti lapidei di natura arenacea angolari.
6.50	2.80	Sabbia e ghiaia limosa, debolmente argillosa, di colore marrone chiaro con frammenti lapidei. I clasti di natura sedimentaria (arenaria) si presentano da angolari e subangolari, Ømed 5-6 cm.
6.90	0.40	Arenaria di colore grigio chiaro, compatta.
8.00	1.10	Marna di colore grigio, debolmente fratturata.
9.00	1.00	Arenaria di colore grigio chiaro, compatta.
10.2	1.20	Marna di colore grigio, compatta.
10.5	0.30	Arenaria di colore grigio chiaro, compatta.
12.0	1.50	Marna di colore grigio scuro, compatta.
12.6	0.60	Arenaria di colore grigio con laminazione nerastre, compatta.
13.0	0.40	Arenaria intensamente fratturata con intercalazioni argilloso-sabbiose.
13.5	0.50	Argillite di colore grigio.
14.4	0.90	Arenaria di colore grigio, compatta.
15.0	0.60	Marna di colore grigio scuro, compatta. FINE SONDAGGIO

DATA	TUBO RIVESTIMENTO	TIPO CAROTIERE
Data inizio: 11-05-2010 Data fine: 11-05-2010	Rivestimento metallico Ø 178	Carotiere semplice Ø 146
	Rivestimento metallico Ø 127	Carotiere doppio T6 Ø 101 con corona al diamante

S.P.T.: 3.00 (8/13/7); 6.00 (24/R5)

RIEMPIMENTO FORO: Materiale di risulta della perforazione. 5.00 – Cementazione con miscela acqua-cemento. 15.00

PROVE DI PERMEABILITA' LEFRANC: Non eseguite

POCKET PEN. TEST (kg/cmq): Long. 1.70; Trasv. 2.20

TORVANE (N/cmq): Long. –; Trasv. –

CAMPIONI INDISTURBATI (SHELBY):

CAMPIONI RIMANEGGIATI: CR1 3.00–3.50; CR2 7.00–8.00; CR3 8.00–9.00; CR4 13.00–13.50

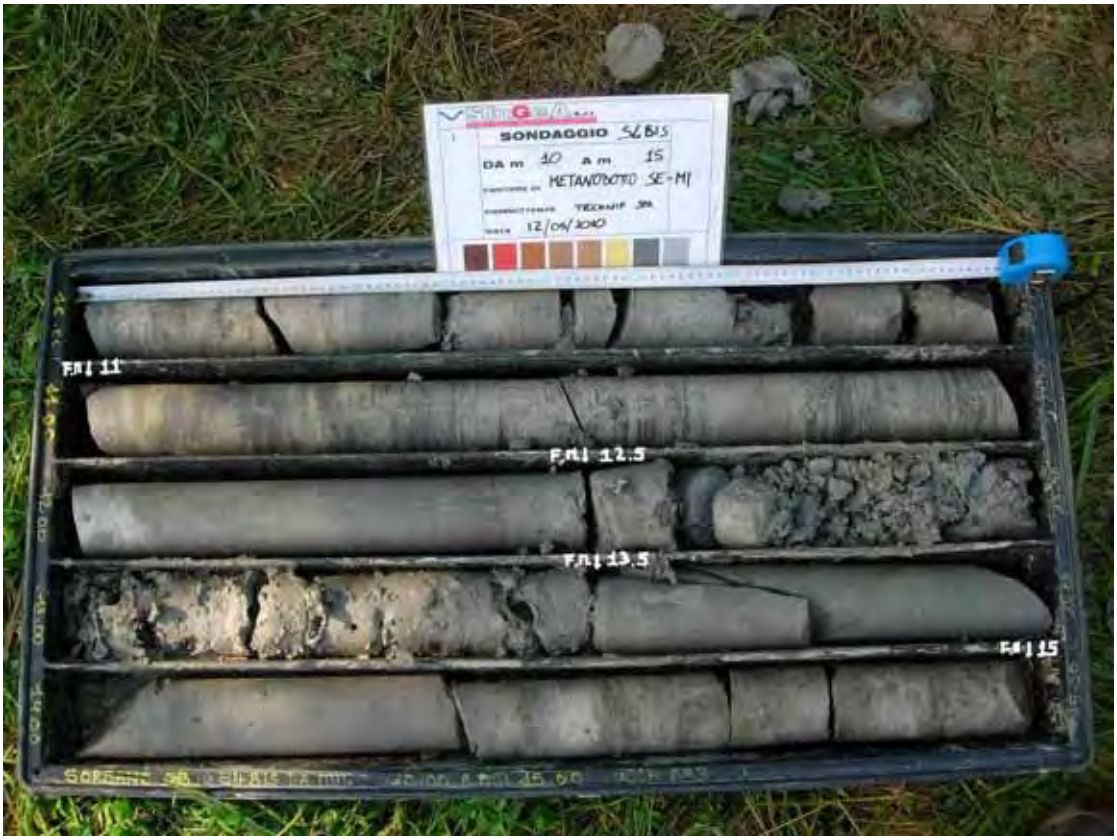
MANOVRA DI CAROTAGGIO: 6.50; 1 (8.00); 2 (9.50); 3 (11.00); 4 (12.50); 5 (13.50); 6 (15.00)

% CAROTAGGIO MODIFICATA (R.Q.D.): 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

SONDAGGIO S4bis

SONDAGGIO S4bis: cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m

SONDAGGIO S4bis: cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m



SONDAGGIO S4bis: cassetta n. 3 da 10.00 m a 15.00 m

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_031_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 25/03/2023 - 28/03/2023
Coordinate: Lat: 43°55'35.53"N - Long: 12° 9'57.55"E	Quota: 224 metri s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo fino a 40,00 m dal p.c.	

PLANIMETRIA

Ubicazione sondaggio S_031_SM_L

CONSORZIO LABORATORI RIUNITI L&R M.T.R.

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_031_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 25/03/2023 - 28/03/2023
Coordinate: Lat: 43°55'35.53"N - Long: 12° 9'57.55"E	Quota: 224 metri s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo fino a 40,00 m dal p.c.	

SCALA 1 :200

STRATIGRAFIA - S_031_SM_L

metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	R v	ø mm	Campioni	A	RQD % 0 --- 100	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. m	S.P.T.	N	RP	VT	prove in foro	Cass.
1–3		2,8	2,8	Limo sabbioso debolmente argilloso di colore beige, poco consistente. Inclusi clasti millimetrici e centimetrici sub-angolari.			CI1) She 2,00 2,35				2,4	8-12-18	30	0,5 0,5			1
3–25		25,0	22,2	Alternanza: argilla limosa marnosa di colore da grigio a beige, da poco consistente a consistente, a tratti a struttura scagliettata con intercalati livelli centimetrici di marna; e arenite di colore da grigio chiaro a grigio scuro, compatta, poco fratturata, presenza di patine carbonatiche.		101	CI2) She 11,35 11,70				11,7	13-19-22	41	0,5 2 0,75 0,5 1 1 1 0,5 1,5 1,5			2 3 4
25–40		40,0	15,0	Argilla limosa marnosa di colore grigio-bruno, da poco consistente molto consistente, a tratti scagliettata, intercalati blocchi di marna argillosa da 30,50 a 31,50 m e da 35,00 a 36,00m.		T2 101	CI3) She 26,65 27,00				27,0	18-27-41	68	2			5 6 7 8

Il Responsabile di commessa
Geol. Antonella Rando

Il Responsabile di sito
Geol. Nadia Mortellaro

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_031_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 25/03/2023 - 28/03/2023
Coordinate: Lat: 43°55'35.53"N - Long: 12° 9'57.55"E	Quota: 224 metri s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo fino a 40,00 m dal p.c.	

SCALA 1 :200

STRATIGRAFIA - S_031_SM_L

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO - S_31_FS_L

- Attrezzatura di perforazione utilizzata: CMV 600
- Perforazione a carotaggio continuo (D=101 mm) da 0,00 a 40,00 m;
- Uso carotiere doppio T2 da 17,00 a 36,00 m;
- Rivestimento (D=127 mm) da 0,00 a 36,00 m;
- S.P.T. N° 3;
- Test rapidi sulle carote: Pocket test N°14
- Chiusura foro con cementazione.

Il materiale prelevato nel corso del sondaggio è stato conservato in 8 cassette catalogatrici.

LIVELLO DI FALDA A FINE PERFORAZIONE
Data:28/03/2023; a 31,00m da p.c.

Campione CI1 (Shelby) - da m 2,00 a m 2,35
Campione CI2 (Shelby) - da m 11,35 a m 11,70
Campione CI3 (Shelby) - da m 26,65 a m 27,00

Il Responsabile di commessa
Geol. Antonella Rando

Il Responsabile di sito
Geol. Nadia Mortellaro

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_031_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 25/03/2023 - 28/03/2023

Piazzamento

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_031_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 25/03/2023 - 28/03/2023

Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00

Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_031_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 25/03/2023 - 28/03/2023

Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00

Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_031_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 25/03/2023 - 28/03/2023

Cassetta n° 5 - profondità da m 20,00 a m 25,00

Cassetta n° 6 - profondità da m 25,00 a m 30,00

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_031_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 25/03/2023 - 28/03/2023

Fotografie - Pagina 5/5

Cassetta n° 7 - profondità da m 30,00 a m 35,00

Cassetta n° 8 - profondità da m 35,00 a m 40,00

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_32_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 04/04/2023 - 15/04/2023
Coordinate: Lat: 43°55'38.12"N - Long: 12°10'2.77"E	Quota: 245 metri s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo fino a 80,00 m dal p.c.	

PLANIMETRIA

Ubicazione sondaggio S_32_SM_L

CONSORZIO LABORATORI RIUNITI L&R M.T.R.

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_32_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 04/04/2023 - 15/04/2023
Coordinate: Lat: 43°55'38.12"N - Long: 12°10'2.77"E	Quota: 245 metri s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo fino a 80,00 m dal p.c.	

SCALA 1 :200

STRATIGRAFIA - S_32_SM_L

metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	R v	ø mm	Campioni	A	RQD % 0 --- 100	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	RP	VT	prove in foro	Cass.	Pz
1–40		0,8	0,8	Terreno vegetale costituito da limo argilloso di colore marrone scuro. Presenti apparati radicali.		101												1	
				Argilla sabbiosa di colore beige da consistente a molto consistente con inclusi clasti millimetrici e centimetrici da sub-angolari a sub-arrotondati.															
		6,4	5,6															2	
		7,5	1,1	Argilla marnosa di colore grigio con inclusi clasti eterometrici da sub-arrotondati a sub-angolari.															
				Arenite di colore da grigio chiaro a grigio scuro, compatta, da poco fratturata a fratturata. Presenza di patine carbonatiche biancastre. Si intercalano livelli decimentrici pelitici, in particolare marna e marna calcarea.														3	
																		4	
																		5	
																		6	
																		7	
																		8	

Il Responsabile di commessa
Geol. Antonella Rando

Il Responsabile di sito
Geol. Lorenzo Pelligra

CONSORZIO LABORATORI RIUNITI L&R M.T.R.

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_32_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 04/04/2023 - 15/04/2023
Coordinate: Lat: 43°55'38.12"N - Long: 12°10'2.77"E	Quota: 245 metri s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo fino a 80,00 m dal p.c.	

SCALA 1 :200

STRATIGRAFIA - S_32_SM_L

metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	R v	ø mm	Campioni	A	RQD % 0 --- 100	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	RP	VT	prove in foro	Cass.	Pz
41				Segue dalla pagina precedente															
42																			
43																		9	
44																			
45																			
46																			
47																		10	
48																			
49																			
50																			
51																		11	
52																			
53																			
54																			
55																		12	
56																			
57																			
58																			
59							CL1) Rim 59,50 59,90												
60																			
61																			
62							CL2) Rim 62,00 62,40												
63																		13	
64																			
65																			
66																			
67																		14	
68																			
69																			
70																			
71																		15	
72																			
73																			
74																			
75																			
76																			
77																		16	
78																			
79																			
80		80,0	72,5			T2													

Il Responsabile di commessa
Geol. Antonella Rando

Il Responsabile di sito
Geol. Lorenzo Pelligra

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_32_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 04/04/2023 - 15/04/2023
Coordinate: Lat: 43°55'38.12"N - Long: 12°10'2.77"E	Quota: 245 metri s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo fino a 80,00 m dal p.c.	

SCALA 1 :200

STRATIGRAFIA - S_32_SM_L

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO - S_32_SM_L

- Attrezzatura di perforazione utilizzata: CMV 600
- Perforazione a carotaggio continuo (D=101 mm) da 0,00 a 80,00 m;
- Uso carotiere doppio T2 da 7,00 a 80,00 m;
- Rivestimento (D=127 mm) da 0,00 a 80,00 m;
- Installazione strumentazione in foro: Piezometro a Tubo aperto da 3" fino a 80,00 m - sfenestrato da 3,00 a 74,00 m
- Installato pozzetto di protezione carrabile.

Il materiale prelevato nel corso del sondaggio è stato conservato in 16 cassette catalogatrici.

LIVELLO DI FALDA A FINE PERFORAZIONE
Data:15/04/2023; a 19,20m p.c.

MONITORAGGIO FALDA
Data:04/05/2023; a 18,00m da p.c
Data:28/06/2023; a 17,85m da p.c

Campione CL1 (Rimaneggiato) - da m 59,50 a m 59,90
Campione CL2 (Rimaneggiato) - da m 62,00 a m 62,40

Il Responsabile di commessa
Geol. Antonella Rando

Il Responsabile di sito
Geol. Lorenzo Pelligra

CONSORZIO LABORATORI RIUNITI L&R M.T.R.

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_32_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 04/04/2023 - 15/04/2023
Coordinate: Lat: 43°55'38.12"N - Long: 12°10'2.77"E	Quota: 245 metri s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo fino a 80,00 m dal p.c.	

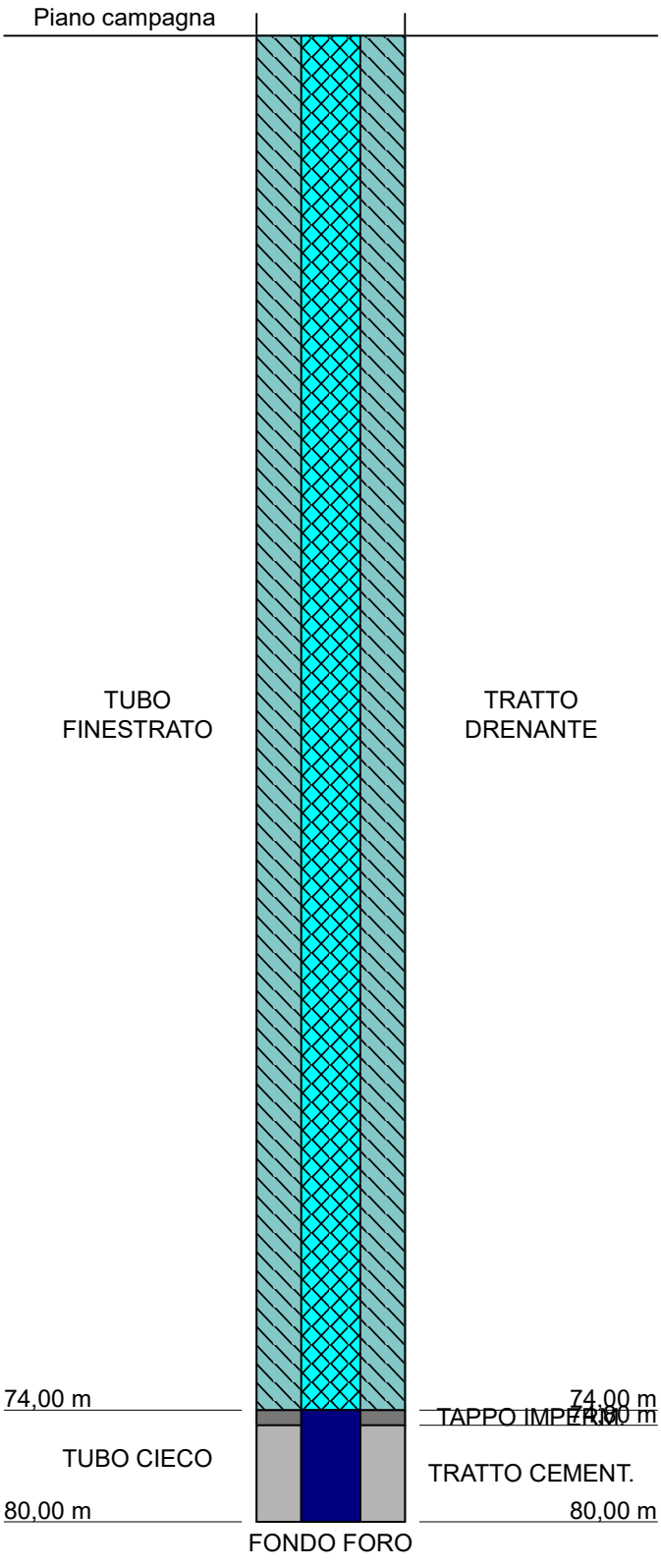
SCHEDA PIEZOMETRO A TUBO APERTO

Tipo di piezometro	Tubo Aperto
Denominazione	S_32_SM_L
Data di installazione	15/04/2023
Lunghezza del tubo (m)	80,00
Diametro del tubo (mm)	80
Tubo finestrato (m)	Da 0,00 a 74,00
Tratto cementato (m)	Da 74,80 a 80,00
Tappo impermeabile (m)	Da 74,00 a 74,80
Tratto filtrante (m)	Da 0,00 a 74,00
Tipo di filtro	Ghiaietto calibrato
Tipo di chiusino	Pozzetto di protezione carrabile
Spurgo eseguito	

RILIEVO DEL LIVELLO DELL'ACQUA

Data	Prof. (m)	Data	Prof. (m)
15/04/2023	19,20		
04/05/2023	18,00		
28/06/2023	17,85		

SCHEMA PIEZOMETRO A TUBO APERTO



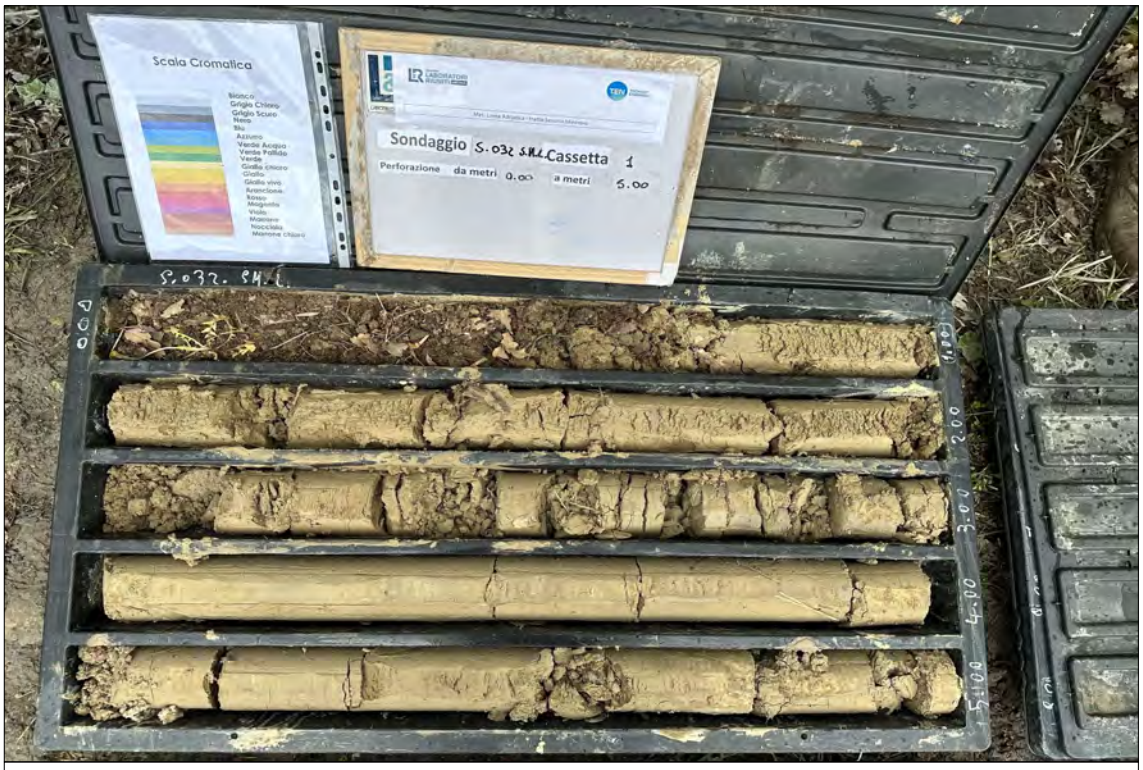
Il Responsabile di commessa
Geol. Antonella Rando

Il Responsabile di sito
Geol. Lorenzo Pelligra

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_32_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 04/04/2023 - 15/04/2023

Piazzamento

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_32_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 04/04/2023 - 15/04/2023



Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00

Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_32_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 04/04/2023 - 15/04/2023

Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00

Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_32_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 04/04/2023 - 15/04/2023

Cassetta n° 5 - profondità da m 20,00 a m 25,00

Cassetta n° 6 - profondità da m 25,00 a m 30,00

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_32_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 04/04/2023 - 15/04/2023

Cassetta n° 7 - profondità da m 30,00 a m 35,00

Cassetta n° 8 - profondità da m 35,00 a m 40,00

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_32_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 04/04/2023 - 15/04/2023

Cassetta n° 9 - profondità da m 40,00 a m 45,00

Cassetta n° 10 - profondità da m 45,00 a m 50,00

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_32_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 04/04/2023 - 15/04/2023

Cassetta n° 11 - profondità da m 50,00 a m 55,00

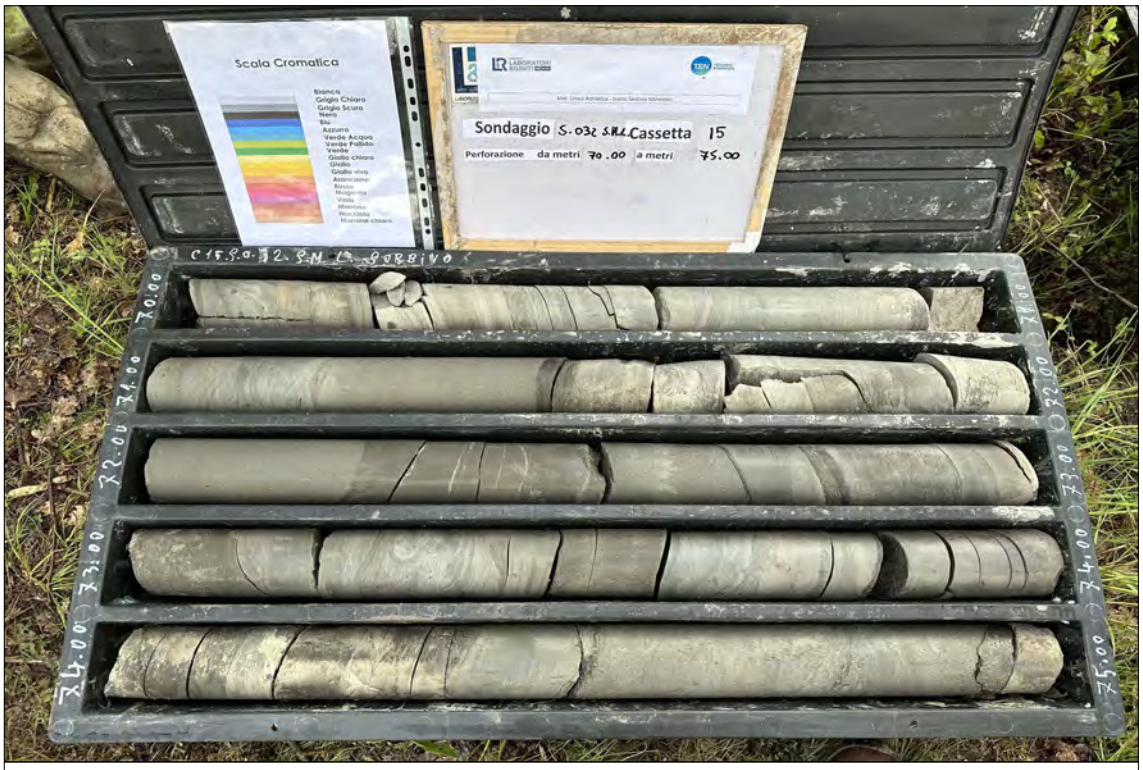
Cassetta n° 12 - profondità da m 55,00 a m 60,00

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_32_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 04/04/2023 - 15/04/2023

Cassetta n° 13 - profondità da m 60,00 a m 65,00

Cassetta n° 14 - profondità da m 65,00 a m 70,00

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_32_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 04/04/2023 - 15/04/2023



Cassetta n° 15 - profondità da m 70,00 a m 75,00

Cassetta n° 16 - profondità da m 75,00 a m 80,00

Committente: Technip S.p.a.	Sondaggio: S_32_SM_L
Riferimento: Met. Linea Adriatica - tratto Sestino Minerbio	Data: 04/04/2023 - 15/04/2023

Pozzetto di protezione aperto

Pozzetto di protezione chiuso

TECNOSTUDIO
Società di ingegneria

Committente: TEN-ITALY SOLUTIONS S.P.A.	Sondaggio: S33_SM_L
Riferimento: METANODOTTO SESTINO-MINERBIO	Data: 30/03/2023
Coordinate: N 43°55'44.9857" E 12°10'13.5355"	Quota asslouta: 207
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :100

STRATIGRAFIA

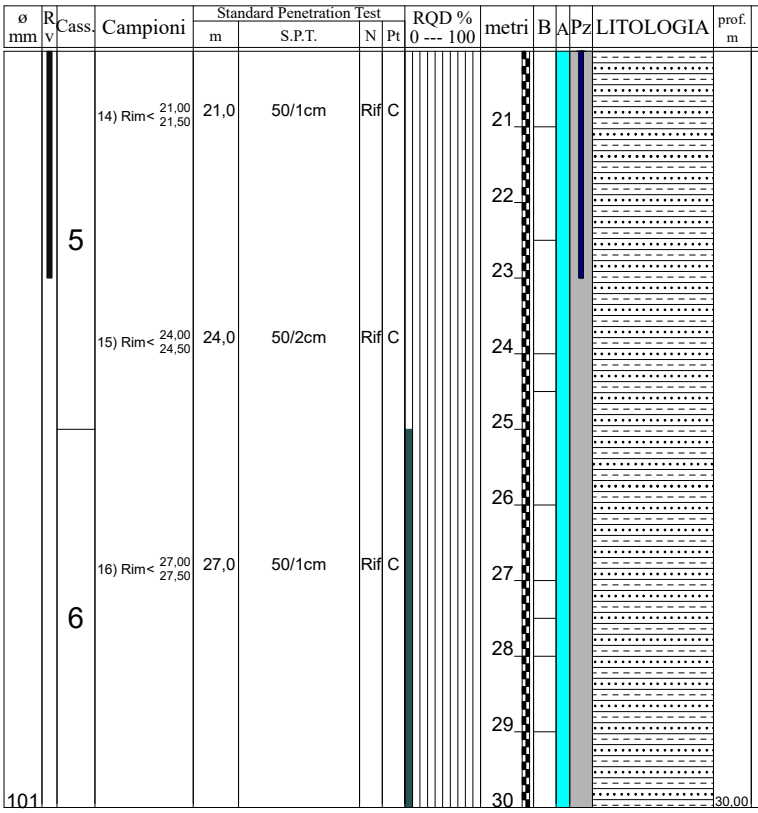
ø mm	Rv	Cass.	Campioni	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	RQD % 0 --- 100	metri	B	A	Pz	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE
														0,60	Ghiaia medio fine spigolosa in matrice sabbiosa.
		1	1) Rim < 1,50 / 2,00	1,5	23-24-27	51	C							2,70	Limo sabbioso più o meno argilloso marrone chiaro con ghiaia.
			2) Rim < 3,00 / 3,50	3,0	50/4cm	Rif	C							3,00	Limo argilloso grigio.
			3) Rim < 4,50 / 5,00	4,5	50/1cm	Rif	C							4,00	Argilla limosa sabbiosa grigia molto compatta.
		2	4) Rim < 6,00 / 6,50												Alternanze di arenarie e argilliti grigie.
			5) Den < 7,50 / 8,00											7,50	
														8,00	Prelievo di campione indisturbato.
			6) Rim < 9,00 / 9,50	9,0	50/1cm	Rif	C								Alternanze di arenarie e argilliti grigie.
		3	7) Den < 10,50 / 11,00											10,50	
														11,00	Prelievo di campione indisturbato.
			8) Rim < 12,00 / 12,50	12,0	50/2cm	Rif	C								Alternanze di arenarie e argilliti grigie.
			9) Den < 13,50 / 14,00											13,50	
														14,00	Prelievo di campione indisturbato.
														14,30	Alternanze di arenarie e argilliti grigie.
			10) Rim< 15,00 / 15,50	15,0	36-42-48	90	C							15,20	Argilla grigia molto compatta.
		4	11) Rim< 16,50 / 17,00	16,5	50/3cm	Rif	C								Alternanze di arenarie e argilliti grigie con livelli di argilla molto compatta (livelli di alterazione).
			12) Rim< 18,00 / 18,50	18,0	50/1cm	Rif	C								
			13) Rim< 19,50 / 20,00	19,5	50/1cm	Rif	C								

TECNOSTUDIO
Società di ingegneria

Committente: TEN-ITALY SOLUTIONS S.P.A.	Sondaggio: S33_SM_L
Riferimento: METANODOTTO SESTINO-MINERBIO	Data: 30/03/2023
Coordinate: N 43°55'44.9857" E 12°10'13.5355"	Quota asslouta: 207
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :100

STRATIGRAFIA



DESCRIZIONE

Alternanze di arenarie e argilliti grigie con livelli di argilla molto compatta (livelli di alterazione).

Terreno conservato in N° 6 cassette catalogatrici.
Foto delle cassette catalogatrici.
Profondità della falda a fine carotaggio m 8,50 da p.c.
Alesaggio del foro di sondaggio al diametro 152 mm da 0 a 23 m.
Fornitura e posa di piezometro tubo aperto diametro 3".
Sviluppo e spurgo del piezometro.
Fornitura e posa di chiusino metallico per protezione della strumentazione geotecnica.

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	30/03/23	05/05/23	21/06/23	18/07/23						
Livello dell'acqua (m)	8,50	7,18	9,15	6,60						

Committente: TEN-ITALY SOLUTIONS S.P.A.	Sondaggio: S33_SM_L
Riferimento: METANODOTTO SESTINO-MINERBIO	Data: 30/03/2023

Piazzamento attrezzature

Committente: TEN-ITALY SOLUTIONS S.P.A.	Sondaggio: S33_SM_L
Riferimento: METANODOTTO SESTINO-MINERBIO	Data: 30/03/2023

Cassetta n° 1 - profondità da m 0.00 a m 5.00

Cassetta n° 2 - profondità da m 5.00 a m 10.00

Committente: TEN-ITALY SOLUTIONS S.P.A.	Sondaggio: S33_SM_L
Riferimento: METANODOTTO SESTINO-MINERBIO	Data: 30/03/2023

Cassetta n° 3 - profondità da m 10.00 a m 15.00

Cassetta n° 4 - profondità da m 15.00 a m 20.00

TECNOSTUDIO
Società di ingegneria

Committente: TEN-ITALY SOLUTIONS S.P.A.	Sondaggio: S33_SM_L
Riferimento: METANODOTTO SESTINO-MINERBIO	Data: 30/03/2023

Cassetta n° 3 - profondità da m 20.00 a m 25.00

Cassetta n° 4 - profondità da m 25.00 a m 30.00

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO
Laboratorio Terre
Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it
Laboratorio concessionato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 53582-01/07/05, D.P.R. 246/1993, Circ. 349/STC/1999 relativamente al "Settore A" (Prove di laboratorio sui terreni, Prove di carico su piastra, Prove di densità in sito)

Committente: Technip S.p.A. - S.In.Ge.A. S.r.l.
Richiedente: S.In.Ge.A. S.r.l.
Cantiere: Metanodotto Sestino - Minerbio DN1200

Sondaggio n° **3bis** | Campione n° **Rim**

Certificato di prova: **4189/a** (foglio 1 di 2)
Verbale di Accettazione: **1566/8**
Lavoro di laboratorio: **135/10**
Profondità di prelievo: da m **03.50** a m **04.00**

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONAMENTO

Tipo di perforazione (dichiarata):	**non dichiarata**	Forma del campione:	**irregolare**
Tipo di campionatore (dichiarato):	**non dichiarato**	Diametro della carota ϕ :	**--** **mm**
Contenitore:	**in PVC**	Lunghezza della carota:	**--** **mm**
Diametro esterno ϕ del contenitore:	**--** **mm**	Classe di Qualità (dichiarata):	**non dichiarata**
Lunghezza del contenitore:	**--** **mm**	Società di perforazione che ha prelevato il campione:	**non dichiarata**

Data di prelievo del campione:	--	Data di apertura Commessa:	27/05/10
Data di consegna del campione:	27/05/10	Data di apertura del campione:	23/06/10
Verbale di ricezione campioni n°:	--	Stoccaggio: in camera ad umidità e temperatura controllate	

Data di inizio prova:	23/06/10	Data di fine prova:	23/06/10

SCHEMA DEL CAMPIONE		POCKET PENETR kPa (M.I.)	VANE TEST kPa (M.I.)	PROVE ESEGUITE	DESCRIZIONE
		N.E.	**N.E.**	Gran. W_1 W_2 W_3	Sabbia con limo argillosa e ghiaiosa marrone-verdastro, reattiva ad HCl.

Note: la busta era chiusa con un nodo all'estremità.

Roma, 07/07/10

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO
Laboratorio Terre
Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Laboratorio concessionato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 53582-01/07/05, D.P.R. 246/1993, Circ. 349/STC/1999 relativamente al *"Settore A"* (Prove di laboratorio sui terreni, Prove di carico su piastra, Prove di densità in sito)

Committente: Technip S.p.A. - S.In.Ge.A. S.r.l.

Richiedente: S.In.Ge.A. S.r.l.

Cantiere: Metanodotto Sestino - Minerbio DN1200

Certificato di prova: **4189/a**
(foglio 2 di 2)

Verbale di Accettazione: **1566/8**

Lavoro di laboratorio: **135/10**

Sondaggio n° **3bis** | Campione n° **Rim** | Profondità di prelievo: da m **03.50** a m **04.00**

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

NOTE

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO
Laboratorio Terre
Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it
Laboratorio concessionato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 53582-01/07/05, D.P.R. 246/1993, Circ. 349/STC/1999 relativamente al "Settore A" (Prove di laboratorio sui terreni, Prove di carico su piastra, Prove di densità in sito)

Committente: Technip S.p.A. - S.In.Ge.A. S.r.l.
Richiedente: S.In.Ge.A. S.r.l.
Cantiere: Metanodotto Sestino - Minerbio DN1200

Sondaggio n° **3bis** | Campione n° **Rim**

Certificato di prova: **4189/b** (foglio 1 di 1)
Verbale di Accettazione: **1566/8**
Lavoro di laboratorio: **135/10**
Profondità di prelievo: da m **03.50** a m **04.00**

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Data di inizio prova:	23/06/10	Data di fine prova:	24/06/10

	Determinazione W_1	Determinazione W_2	Determinazione W_3
Peso lordo umido (g)	49,18	68,79	50,51
Peso lordo secco (g)	47,37	65,61	48,67
Tara (g)	20,97	21,15	21,66
Umidità relativa W (%)	6,9	7,2	6,8

UMIDITA' NATURALE MEDIA W_n **6,9** %

DEVIAZIONE STANDARD **0,18**

Note:

Roma, 07/07/10

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Data di inizio prova:	--	Data di fine prova:	--
Peso umido del terreno (g)	--	Volume (cm^3)	--
PESO DI VOLUME NATURALE γ_n	-- kN/m^3	Determinazione eseguita tramite:	--

Note:

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO
Laboratorio Terre
Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Laboratorio concessionato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 53582-01/07/05, D.P.R. 246/1993, Circ. 349/STC/1999 relativamente al "Settore A" (Prove di laboratorio sui terreni, Prove di carico su piastra, Prove di densità in sito)

Committente: Technip S.p.A. - S.In.Ge.A. S.r.l.
Richiedente: S.In.Ge.A. S.r.l.
Cantiere: Metanodotto Sestino - Minerbio DN1200

Sondaggio n° **3bis** | Campione n° **Rim**

Certificato di prova: **4189/c** (foglio 1 di 2)
Verbale di Accettazione: **1566/8**
Lavoro di laboratorio: **135/10**
Profondità di prelievo: da m **03.50** a m **04.00**

ANALISI GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4)

MISURAZIONI ACQUISITE VAGLIATURA

Peso secco cumulato (g)	Diamet. medio (mm)	Trattenuto comulativo (%)
16,47	19,000	3,4
16,47	16,000	3,4
17,86	12,500	3,7
19,09	9,500	4,0
31,50	4,750	6,6
47,14	2,000	9,9
56,91	1,000	11,9
58,95	0,850	12,3
73,75	0,425	15,4
122,02	0,250	25,5
163,08	0,180	34,1
177,88	0,150	37,2
203,48	0,106	42,6
213,22	0,075	44,6

Data di inizio prova per vagliatura: 23/06/10

Data di fine prova per vagliatura: 25/06/10

Peso secco iniziale vagliatura (g): 477,60

Data di inizio prova per sedimentazione: --

Data di fine prova per sedimentazione: --

Peso secco iniziale sedimentazione (g): --

Note: la curva granulometrica è restituita secondo le indicazioni A.G.I.

MISURAZIONI ACQUISITE AREOMETRIA

Tempo (secondi)	Lettura (Rh)	Temperatura (°C)	Correzione totale	Diamet. medio (mm)	Trattenuto comulativo (%)
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--

Roma, 07/07/10

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

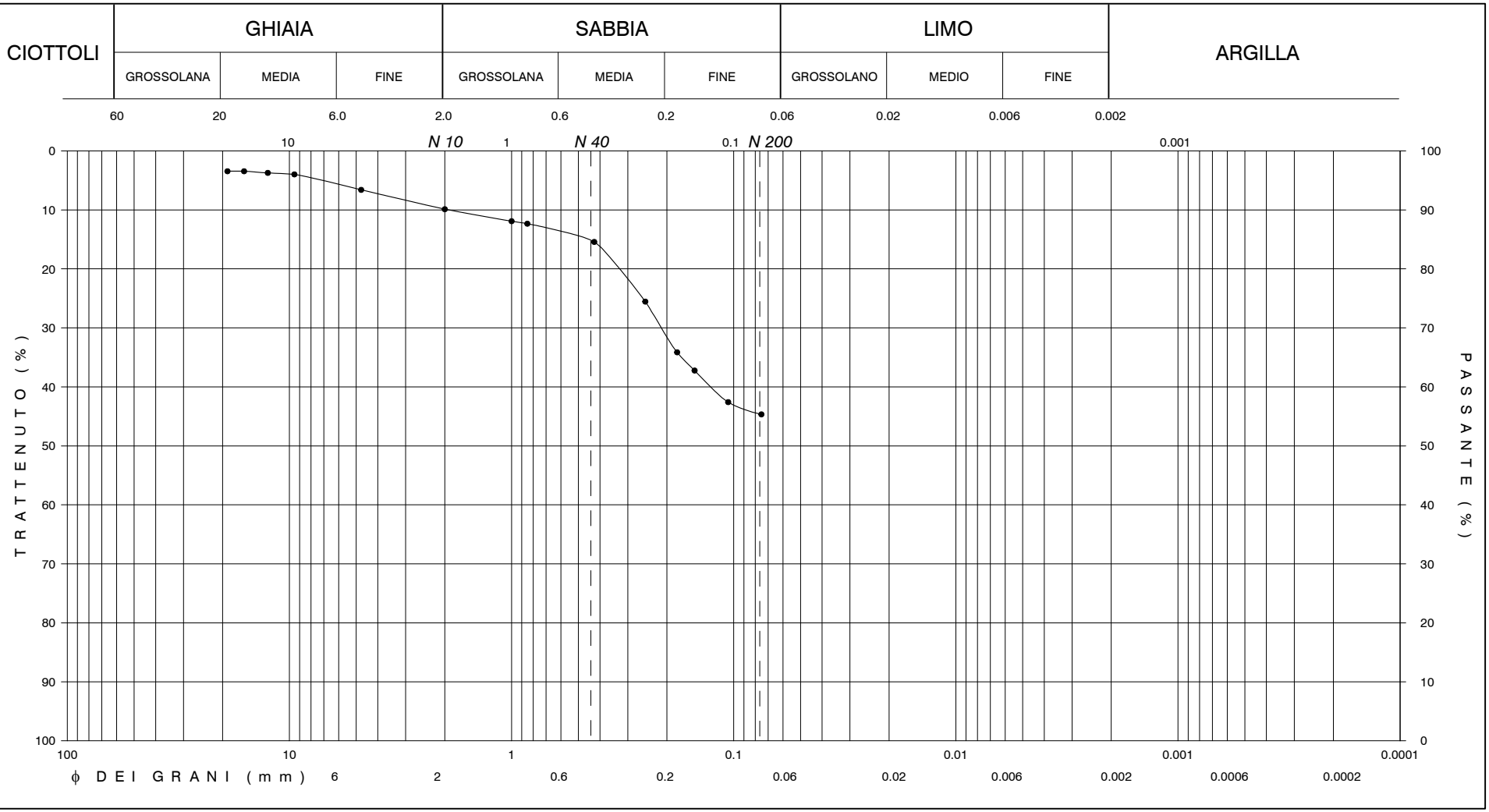
il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)

CURVA GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4)

Descrizione granulometrica del campione: --

GHIAIA > 2 mm	**10**	%	SABBIA 0.06 - 2 mm	**--**	%	LIMO 0.002 - 0.06 mm	**--**	%	ARGILLA < 0.002 mm	**--**	%
PASSANTE AI SETACCI			N 10 2 mm	**90**	%	N 40 0.425 mm	**85**	%	N 200 0.075 mm	**55**	%



Note: il diametro del granulo maggiore è di 21-23 mm circa.

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)

Mod. Certlla Rev. 00

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO
Laboratorio Terre

Laboratorio concessionario dal Ministero Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 5358/ 01/07/05, D.P.R. 246/1993, Circ. 349/STC/1999 relativamente al "Settore A" (Prove di laboratorio sui terreni. Prove di carico su piastra. Prove di densità in sito).

Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Technip S.p.A. - S.In.Ge.A. S.r.l.

Richiedente: S.In.Ge.A. S.r.l.

Cantiere: Metanodotto Sestino - Minerbio DN1200

Sondaggio n° **3bis** | Campione n° **Rim**

Profondità di prelievo: da m **03.50** a m **04.00**

Certificato di prova: **4189/c** (foglio 2 di 2)

Verbale di Accettazione: **1566/8**

Lavoro di laboratorio: **135/10**

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO
Laboratorio Terre
Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it
Laboratorio concessionato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 53582-01/07/05, D.P.R. 246/1993, Circ. 349/STC/1999 relativamente al "Settore A" (Prove di laboratorio sui terreni, Prove di carico su piastra, Prove di densità in sito)

Committente: Technip S.p.A. - S.In.Ge.A. S.r.l.
Richiedente: S.In.Ge.A. S.r.l.
Cantiere: Metanodotto Sestino - Minerbio DN1200

Sondaggio n° **3bis** | Campione n° **Rim**

Certificato di prova: **4190/a** (foglio 1 di 2)
Verbale di Accettazione: **1566/9**
Lavoro di laboratorio: **135/10**
Profondità di prelievo: da m **07.50** a m **08.00**

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONAMENTO

Tipo di perforazione (dichiarata):	**non dichiarata**	Forma del campione:	**irregolare**
Tipo di campionatore (dichiarato):	**non dichiarato**	Diametro della carota ϕ :	**--** **mm**
Contenitore:	**in PVC**	Lunghezza della carota:	**--** **mm**
Diametro esterno ϕ del contenitore:	**--** **mm**	Classe di Qualità (dichiarata):	**non dichiarata**
Lunghezza del contenitore:	**--** **mm**	Società di perforazione che ha prelevato il campione:	**non dichiarata**

Data di prelievo del campione:	--	Data di apertura Commessa:	27/05/10
Data di consegna del campione:	27/05/10	Data di apertura del campione:	23/06/10
Verbale di ricezione campioni n°:	--	Stoccaggio: in camera ad umidità e temperatura controllate	

Data di inizio prova:	23/06/10	Data di fine prova:	23/06/10

SCHEMA DEL CAMPIONE		POCKET PENETR kPa (M.I.)	VANE TEST kPa (M.I.)	PROVE ESEGUITE	DESCRIZIONE
		N.E.	**N.E.**	Gran. W_1 W_2 W_3	Sabbia con limo argillosa marrone-verdastro, reattiva ad HCl.

Note: la busta era chiusa con un nodo all'estremità.

Roma, 07/07/10

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO
Laboratorio Terre
Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Laboratorio concessionato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 53582-01/07/05, D.P.R. 246/1993, Circ. 349/STC/1999 relativamente al "*Settore A*" (Prove di laboratorio sui terreni, Prove di carico su piastra, Prove di densità in sito)

Committente: Technip S.p.A. - S.In.Ge.A. S.r.l.

Richiedente: S.In.Ge.A. S.r.l.

Cantiere: Metanodotto Sestino - Minerbio DN1200

Sondaggio n° **3bis** | Campione n° **Rim**

Certificato di prova: **4190/a** (foglio 2 di 2)

Verbale di Accettazione: **1566/9**

Lavoro di laboratorio: **135/10**

Profondità di prelievo: da m **07.50** a m **08.00**

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

NOTE

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO
Laboratorio Terre
Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Laboratorio concessionato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 53582-01/07/05, D.P.R. 246/1993, Circ. 349/STC/1999 relativamente al "Settore A" (Prove di laboratorio sui terreni, Prove di carico su piastra, Prove di densità in sito)

Committente: Technip S.p.A. - S.In.Ge.A. S.r.l.
Richiedente: S.In.Ge.A. S.r.l.
Cantiere: Metanodotto Sestino - Minerbio DN1200

Sondaggio n° **3bis** | Campione n° **Rim**

Certificato di prova: **4190/b** (foglio 1 di 1)
Verbale di Accettazione: **1566/9**
Lavoro di laboratorio: **135/10**
Profondità di prelievo: da m **07.50** a m **08.00**

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Data di inizio prova:	23/06/10	Data di fine prova:	24/06/10

	Determinazione W_1	Determinazione W_2	Determinazione W_3
Peso lordo umido (g)	64,11	53,74	56,49
Peso lordo secco (g)	60,84	51,46	53,92
Tara (g)	20,75	17,86	17,39
Umidità relativa W (%)	8,2	6,8	7,0

UMIDITA' NATURALE MEDIA W_n	**7,3**	%	DEVIAZIONE STANDARD	**0,73**

Note:

Roma, 07/07/10

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Data di inizio prova:	--	Data di fine prova:	--
Peso umido del terreno (g)	--	Volume (cm^3)	--
PESO DI VOLUME NATURALE γ_n	**--** kN/m^3	Determinazione eseguita tramite:	--

Note:

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO
Laboratorio Terre
Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Laboratorio concessionato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 53582-01/07/05, D.P.R. 246/1993, Circ. 349/STC/1999 relativamente al "Settore A" (Prove di laboratorio sui terreni, Prove di carico su piastra, Prove di densità in sito)

Committente: Technip S.p.A. - S.In.Ge.A. S.r.l.
Richiedente: S.In.Ge.A. S.r.l.
Cantiere: Metanodotto Sestino - Minerbio DN1200

Sondaggio n° **3bis** | Campione n° **Rim**

Certificato di prova: **4190/c**
(foglio 1 di 2)
Verbale di Accettazione: **1566/9**
Lavoro di laboratorio: **135/10**
Profondità di prelievo: da m **07.50** a m **08.00**

ANALISI GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4)

MISURAZIONI ACQUISITE VAGLIATURA		
Peso secco cumulato (g)	Diamet. medio (mm)	Trattenuto comulativo (%)
0,25	2,000	0,1
0,63	1,000	0,2
1,08	0,850	0,3
17,92	0,425	5,6
65,04	0,250	20,4
102,27	0,180	32,0
117,34	0,150	36,8
155,21	0,106	48,6
164,39	0,075	51,5

Data di inizio prova per vagliatura: 23/06/10

Data di fine prova per vagliatura: 02/07/10

Peso secco iniziale vagliatura (g): 319,16

Data di inizio prova per sedimentazione: --

Data di fine prova per sedimentazione: --

Peso secco iniziale sedimentazione (g): --

Note: la curva granulometrica è restituita secondo le indicazioni A.G.I.

MISURAZIONI ACQUISITE AREOMETRIA					
Tempo (secondi)	Lettura (Rh)	Temperatura (°C)	Correzione totale	Diamet. medio (mm)	Trattenuto comulativo (%)
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--

Roma, 07/07/10

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

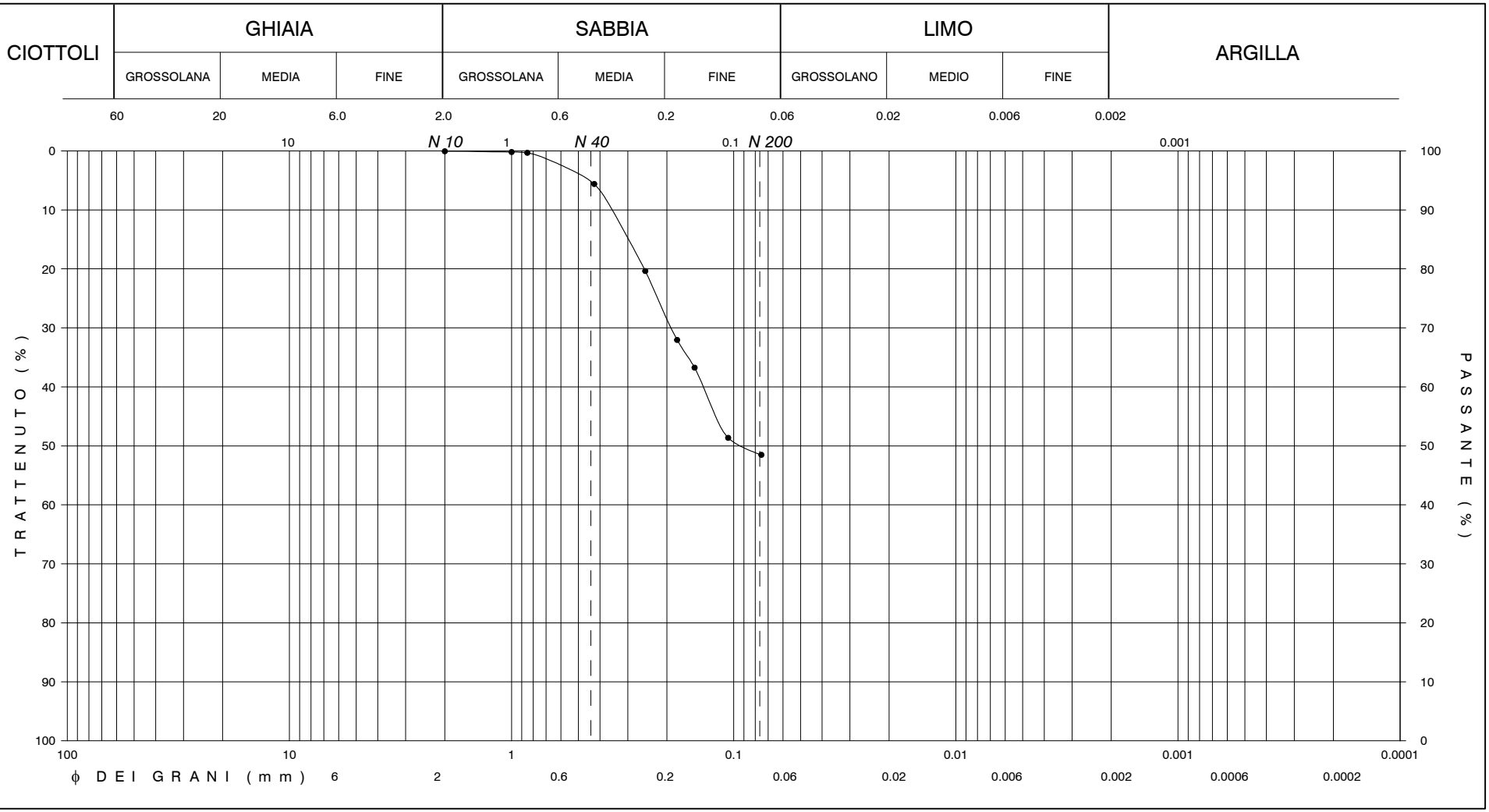
il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)

CURVA GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4)

Descrizione granulometrica del campione: --

GHIAIA > 2 mm	**0**	%	SABBIA 0.06 - 2 mm	**--**	%	LIMO 0.002 - 0.06 mm	**--**	%	ARGILLA < 0.002 mm	**--**	%
PASSANTE AI SETACCI			N 10 2 mm	**100**	%	N 40 0.425 mm	**94**	%	N 200 0.075 mm	**48**	%



Note: il diametro del granulo maggiore è di 2 mm circa.

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)

Mod. Certlab Rev. 00

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO
Laboratorio Terre

Laboratorio concessionario dal Ministero Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 5358/ 01/07/05, D.P.R. 246/1993, Circ. 349/STC/1999 relativamente al "Settore A" (Prove di laboratorio sui terreni. Prove di carico su piastra. Prove di densità in sito).

Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Technip S.p.A. - S.In.Ge.A. S.r.l.

Richiedente: S.In.Ge.A. S.r.l.

Cantiere: Metanodotto Sestino - Minerbio DN1200

Sondaggio n° **3bis** | Campione n° **Rim**

Profondità di prelievo: da m **07.50** a m **08.00**

Certificato di prova: **4190/c** (foglio 2 di 2)

Verbale di Accettazione: **1566/9**

Lavoro di laboratorio: **135/10**

Laboratorio ALTAIR
Concessione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore "a") e su rocce (settore "b")
ex D.P.R. 21.04.1993 n.246 e Circ. 349/STC del 16.12.1999
Rilasciata con Decreto Presidente del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore
LL.PP. n. 52505 del 11 ottobre 2004

CERTIFICATO di PROVA N. 1131/2010

emesso il 05/07/2010

Costituito da n. 2 pagine compresa la presente

Committente	**Singea Srl**			
Commessa	**Metanodotto Sestino Minerbio**			
Località	**-**			
Verbale di Accettazione	**n.**	**1147**	**Data**	**10/06/2010**

DESCRIZIONE ED IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Tipo di Materiale	n. 1 campione di roccia
Carotaggio	S4 BIS
Campione	C1
Profondità	7.00 – 8.00 m

ELENCO PROVE

Prova	Procedura	Data inizio	Data fine
Determinazione peso di volume naturale e dell'assorbimento d'acqua	(ISRM Document 2 parte 1 - dic. 1977)	18/06/10	23/06/10

SPERIMENTATORE	*DIRETTORE*

ALTAIR s.a.s. di Griffini Lamberto & C.
Uffici e Laboratorio: 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) – Via Martini, 11
Tel. 0261298274 r.a. – Fax 0261770281 – E-mail: info@geoaltair.it
R.E.A. n. 1198777 – Registro Imprese Milano n. MI146 – 252303 C.F. e p. IVA n. 08041580153
Sede Legale 20149 MILANO Via E. Pagliano, 37

Laboratorio ALTAIR

Concessione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore "a") e su rocce (settore "b")
Decreto n. 52505 - 11 ottobre 2004
Presidente Consiglio Superiore LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME SU PROVINI DI FORMA REGOLARE E DETERMINAZIONE DELL'ASSORBIMENTO D'ACQUA PER IMBIBIZIONE

(ISRM Document 2 parte 1 - dic. 1977)

Certif. n.	**1131**	**del**	**05/07/2010**	**Accett. n. 1147**	**del** **10/06/2010**

COMMITTENTE :	**Singea Srl**
COMMESSA :	**Metanodotto Sestino Minerbio**
LOCALITA' :	**-**
SONDAGGIO :	**S4 BIS**
CAMPIONE :	**C1**
PROFONDITA' :	**7,00 - 8,00 m**

Litologia	**-**
Profondità Provino:	**7,20-7,26 m**

Dati sperimentali diametri

Diametro provino inferiore	1	6,890E-02	*m*
Diametro provino superiore	1	6,880E-02	*m*
Diametro provino inferiore	2	6,875E-02	*m*
Diametro provino superiore	2	6,895E-02	*m*
Diametro medio provino		**6,885E-02**	*m*

Dati sperimentali altezze

Altezza provino	1	5,820E-02	*m*
Altezza provino	2	5,830E-02	*m*
Altezza provino	3	5,827E-02	*m*
Altezza provino	4	5,815E-02	*m*
Altezza media provino		**5,823E-02**	*m*

Dati sperimentali contenuto d'acqua

Peso del campione naturale	**5,155E-04**	*Mg*
Peso del campione imbibito	**5,450E-04**	*Mg*

Risultati

Area media	**3,723E-03**	m^2
Volume	**2,168E-04**	m^3
Peso di volume naturale	**2,38**	Mg/m^3
Peso di volume imbibito	**2,51**	Mg/m^3
Acqua Assorbita dopo il processo di imbibizione	**5,41**	*%*

Laboratorio ALTAIR
Concessione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore "a") e su rocce (settore "b")
ex D.P.R. 21.04.1993 n.246 e Circ. 349/STC del 16.12.1999
Rilasciata con Decreto Presidente del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore
LL.PP. n. 52505 del 11 ottobre 2004

CERTIFICATO di PROVA N. 1130/2010

emesso il 05/07/2010

Costituito da n. 2 pagine compresa la presente

Committente	**Singea Srl**			
Commessa	**Metanodotto Sestino Minerbio**			
Località	**-**			
Verbale di Accettazione	**n.**	**1147**	**Data**	**10/06/2010**

DESCRIZIONE ED IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Tipo di Materiale	n. 1 campione di roccia
Carotaggio	S4 BIS
Campione	C1
Profondità	7.00 – 8.00 m

ELENCO PROVE

Prova	Procedura	Data inizio	Data fine
Point Load Strength Test	Raccomandazioni ISRM - 1985	18/06/10	21/06/10

SPERIMENTATORE	*DIRETTORE*

ALTAIR s.a.s. di Griffini Lamberto & C.
Uffici e Laboratorio: 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) – Via Martini, 11
Tel. 0261298274 r.a. – Fax 0261770281 – E-mail: info@geoaltair.it
R.E.A. n. 1198777 – Registro Imprese Milano n. MI146 – 252303 C.F. e p. IVA n. 08041580153
Sede Legale 20149 MILANO Via E. Pagliano, 37

Laboratorio ALTAIR

Concessione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore "a") e su rocce (settore "b")
Decreto n. 52505 - 11 ottobre 2004
Presidente Consiglio Superiore LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale

POINT LOAD STRENGTH TEST

Raccomandazioni ISRM - 1985

Certif. n. 1130	del 05/07/2010	Accett. n. 1147	10/06/2010

COMMITTENTE	Singea Srl
COMMESSA	Metanodotto Sestino Minerbio
LOCALITA'	-
SONDAGGIO	S4 BIS - C1 da 7,00 - 8,00 m
LITOLOGIA	-

DATI SPERIMENTALI - Prova assiale

n. [-]	Campione [-]	Quota [m]	D [mm]	L [mm]	I [mm]	D/I [-]	P [kN]
1	s4 bis_c1	7,02-7,08	58,7	68,3	68,3	0,86	1,10
2	s4 bis_c1	7,08-7,14	5914,0	68,7	68,7	86,03	2,30
3	s4 bis_c1	7,2-7,26	58,2	69,0	69,0	0,84	5,10
4	s4 bis_c1	7,33-7,4	57,8	68,9	68,9	0,84	4,80
5	s4 bis_c1	7,54-7,6	60,1	68,9	68,9	0,87	5,10
6	s4 bis_c1	7,6-7,66	61,3	68,8	68,8	0,89	3,20
7	s4 bis_c1	7,68-7,75	59,0	69,2	69,2	0,85	1,90

DATI SPERIMENTALI - Prova diametrale

n. [-]	Campione [-]	Quota [m]	D [mm]	L [mm]	I [mm]	L/D [-]	P [kN]
1							
2							
3							
4							

RISULTATI - Prova assiale

n. [-]	Campione [-]	Is50 [MPa]	Co [MPa]
1	s4 bis_c1	0,253	5,6
2	s4 bis_c1	0,015	0,3
3	s4 bis_c1	1,171	25,8
4	s4 bis_c1	1,110	24,4
5	s4 bis_c1	1,145	25,2
6	s4 bis_c1	0,709	15,6
7	s4 bis_c1	0,431	9,5
Is50 medio		0,69 MPa	
D. standard		0,47 -	

RISULTATI - Prova diametrale

n. [-]	Campione [-]	Is50 [MPa]	Co [MPa]
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
Is50 medio		MPa	
D. standard		-	

Rapporto Is50 medio Assiale - Is50 medio Diametrale	nd

note

Secondo le raccomandazioni ISRM-1985 il coefficiente moltiplicativo da utilizzare per ottenere il valore Co dal Is50, varia tra 20-25, anche se in funzione della litologia e dell'anisotropia del provino può variare da 15 a 50.

Non è stato possibile preparare dei provini per le prove diametrali per la presenza di molte discontinuità nel campione

Laboratorio ALTAIR
Concessione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore "a") e su rocce (settore "b")
ex D.P.R. 21.04.1993 n.246 e Circ. 349/STC del 16.12.1999
Rilasciata con Decreto Presidente del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore
LL.PP. n. 52505 del 11 ottobre 2004

CERTIFICATO di PROVA N. 1129/2010

emesso il 05/07/2010

Costituito da n. 2 pagine compresa la presente

Committente	**Singea Srl**			
Commessa	**Metanodotto Sestino Minerbio**			
Località	**-**			
Verbale di Accettazione	**n.**	**1147**	**Data**	**10/06/2010**

DESCRIZIONE ED IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Tipo di Materiale	n. 1 campione di roccia
Carotaggio	S4 BIS
Campione	C2
Profondità	8.00 – 9.00 m

ELENCO PROVE

Prova	Procedura	Data inizio	Data fine
Determinazione peso di volume naturale e dell'assorbimento d'acqua	(ISRM Document 2 parte 1 - dic. 1977)	18/06/10	23/06/10

SPERIMENTATORE	*DIRETTORE*

ALTAIR s.a.s. di Griffini Lamberto & C.
Uffici e Laboratorio: 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) – Via Martini, 11
Tel. 0261298274 r.a. – Fax 0261770281 – E-mail: info@geoaltair.it
R.E.A. n. 1198777 – Registro Imprese Milano n. MI146 – 252303 C.F. e p. IVA n. 08041580153
Sede Legale 20149 MILANO Via E. Pagliano, 37

Laboratorio ALTAIR

Concessione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore "a") e su rocce (settore "b")
Decreto n. 52505 - 11 ottobre 2004
Presidente Consiglio Superiore LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME SU PROVINI DI FORMA REGOLARE E DETERMINAZIONE DELL'ASSORBIMENTO D'ACQUA PER IMBIBIZIONE

(ISRM Document 2 parte 1 - dic. 1977)

Certif. n.	**1129**	**del**	**05/07/2010**	**Accett. n. 1147**	**del** **10/06/2010**

COMMITTENTE :	**Singea Srl**
COMMESSA :	**Metanodotto Sestino Minerbio**
LOCALITA' :	**-**
SONDAGGIO :	**S4 BIS**
CAMPIONE :	**C2**
PROFONDITA' :	**8,00 - 9,00 m**

Litologia	**-**
Profondità Provino:	**8,03-8,10 m**

Dati sperimentali diametri

Diametro provino inferiore	1	7,124E-02	*m*
Diametro provino superiore	1	7,127E-02	*m*
Diametro provino inferiore	2	7,123E-02	*m*
Diametro provino superiore	2	7,125E-02	*m*
Diametro medio provino		**7,125E-02**	*m*

Dati sperimentali altezze

Altezza provino	1	6,875E-02	*m*
Altezza provino	2	6,872E-02	*m*
Altezza provino	3	6,874E-02	*m*
Altezza provino	4	6,877E-02	*m*
Altezza media provino		**6,875E-02**	*m*

Dati sperimentali contenuto d'acqua

Peso del campione naturale	**6,851E-04**	*Mg*
Peso del campione imbibito	**7,105E-04**	*Mg*

Risultati

Area media	**3,987E-03**	m^2
Volume	**2,741E-04**	m^3
Peso di volume naturale	**2,50**	Mg/m^3
Peso di volume imbibito	**2,59**	Mg/m^3
Acqua Assorbita dopo il processo di imbibizione	**3,57**	*%*

Laboratorio ALTAIR
Concessione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore "a") e su rocce (settore "b")
ex D.P.R. 21.04.1993 n.246 e Circ. 349/STC del 16.12.1999
Rilasciata con Decreto Presidente del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore
LL.PP. n. 52505 del 11 ottobre 2004

CERTIFICATO di PROVA N. 1128/2010

emesso il 05/07/2010

Costituito da n. 2 pagine compresa la presente

Committente	**Singea Srl**			
Commessa	**Metanodotto Sestino Minerbio**			
Località	**-**			
Verbale di Accettazione	**n.**	**1147**	**Data**	**10/06/2010**

DESCRIZIONE ED IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Tipo di Materiale	n. 1 campione di roccia
Carotaggio	S4 BIS
Campione	C2
Profondità	8.00 – 9.00 m

ELENCO PROVE

Prova	Procedura	Data inizio	Data fine
Point Load Strength Test	Raccomandazioni ISRM - 1985	18/06/10	21/06/10

SPERIMENTATORE	*DIRETTORE*

ALTAIR s.a.s. di Griffini Lamberto & C.
Uffici e Laboratorio: 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) – Via Martini, 11
Tel. 0261298274 r.a. – Fax 0261770281 – E-mail: info@geoaltair.it
R.E.A. n. 1198777 – Registro Imprese Milano n. MI146 – 252303 C.F. e p. IVA n. 08041580153
Sede Legale 20149 MILANO Via E. Pagliano, 37

Laboratorio ALTAIR

Concessione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore "a") e su rocce (settore "b")
Decreto n. 52505 - 11 ottobre 2004
Presidente Consiglio Superiore LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale

POINT LOAD STRENGTH TEST

Raccomandazioni ISRM - 1985

Certif. n. 1128	del 05/07/2010	Accett. n. 1147	10/06/2010

COMMITTENTE	Singea Srl
COMMESSA	Metanodotto Sestino Minerbio
LOCALITA'	-
SONDAGGIO	S4 BIS - C2 da 8,00 - 9,00 m
LITOLOGIA	-

DATI SPERIMENTALI - Prova assiale

n. [-]	Campione [-]	Quota [m]	D [mm]	L [mm]	I [mm]	D/I [-]	P [kN]
1	s4 bis_c2	8,03-8,1	71,2	68,7	68,7	1,04	2,10
2	s4 bis_c2	8,1-8,17	71,5	68,6	68,6	1,04	3,40
3	s4 bis_c2	8,22-8,29	70,9	68,2	68,2	1,04	5,80
4	s4 bis_c2	8,35-8,42	71,2	67,9	67,9	1,05	5,50
5	s4 bis_c2	8,48-8,55	70,3	68,1	68,1	1,03	11,00
6	s4 bis_c2	8,55-8,67	72,4	68,2	68,2	1,06	4,30
7	s4 bis_c2	8,67-8,74	71,3	68,3	68,3	1,04	6,10

DATI SPERIMENTALI - Prova diametrale

n. [-]	Campione [-]	Quota [m]	D [mm]	L [mm]	I [mm]	L/D [-]	P [kN]
1	s4 bis_c2	8,8-8,9	68,79	100,24	68,8	1,46	3,70
2	s4 bis_c2	8,9-9,0	68,84	99,87	68,8	1,45	6,10
3							
4							

RISULTATI - Prova assiale

n. [-]	Campione [-]	Is50 [MPa]	Co [MPa]
1	s4 bis_c2	0,414	9,1
2	s4 bis_c2	0,669	14,7
3	s4 bis_c2	1,153	25,4
4	s4 bis_c2	1,094	24,1
5	s4 bis_c2	2,206	48,5
6	s4 bis_c2	0,841	18,5
7	s4 bis_c2	1,207	26,6
Is50 medio		1,08 MPa	
D. standard		0,57 -	

RISULTATI - Prova diametrale

n. [-]	Campione [-]	Is50 [MPa]	Co [MPa]
1	s4 bis_c2	0,903	19,9
2	s4 bis_c2	1,486	32,7
3			
4			
5			
6			
7			
8			
Is50 medio		1,19 MPa	
D. standard		0,41 -	

Rapporto Is50 medio Assiale - Is50 medio Diametrale	0,9

note

Secondo le raccomandazioni ISRM-1985 il coefficiente moltiplicativo da utilizzare per ottenere il valore Co dal Is50, varia tra 20-25, anche se in funzione della litologia e dell'anisotropia del provino può variare da 15 a 50.

Meccanica Terre e Rocce

Laboratorio analisi geotecniche – associato ALGI n° 109/97
del geologo Filippo Furia
Via C. Colombo n.69 – 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 fax + 39 0935 657433
e-mail: info@mtralgi.com web: www.mtralgi.com
Part. IVA 00602230864 C.C.I.A.A. Enna n.39329

TIPO DOCUMENTO - DOCUMENT TYPE

ELABORATI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

COMMITTENTE – CUSTOMER

T.EN TECHNIP ENERGIES

LOCALITA' - LOCATION

tratta Sestino Minerbio

OGGETTO - SUBJECT

Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

DATA FINE REPORT - REPORT END DATE	DATA CONSEGNA REPORT - REPORT DELIVERY
12/07/2023	**12/07/2023**

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

☑ Autorizzazione "SETTORE TERRE" ai sensi della Circ. 7618/STC Decreto n°0000522 del 30/09/2019

☐ Autorizzazione "SETTORE ROCCE" ai sensi della Circ. 7618/STC Decreto n°0000522 del 30/09/2019

	VERBALE ACCETTAZIONE N°	DATA ACCETTAZIONE		N° REPERTORIO
Member of CISQ Federation RINA IQNet CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001 AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S	**5307 5324 5380**	**03/04/2023 12/04/2023 22/05/2023**		**5035**
	Dott. Geol. FILIPPO FURIA	**Dott. Geol. FILIPPO CARMENI**	**Geom. GIUSEPPE MISURACA**	**Geom. SILVESTRO LO PRESTI**	PAGINA – SHEET
	DIRETTORE DI LABORATORIO	RESPONSABILE QUALITA'	TECNICO DI LABORATORIO	TECNICO DI LABORATORIO	***131***

certyceq ISO 14001:2015 CERT. N: IT1166/MTR/A34/191011

SNAS Reg. No. 374/R-078

certyceq OHSAS 18001:2007 CERT. N.: IT1166/MTR/H34/191011

IL PRESENTE DOCUMENTO E' PROPRIETA' M.T.R. A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO
THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF MT.R. ALL RIGHTS ARE RESERVED ACCORDING TO LAW

M.T.R. Meccanica Terre e Rocce del dott. geol. FILIPPO FURIA
Via Cristoforo Colombo, 69 - TROINA (ENNA) tel. + 39 0935 657178 fax + 39 0935 657433

Laboratorio Geotecnico Autorizzato "SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019

COMMITTENTE: T.EN Italy Solutions S.p.A.
LOCALITA' LAVORO: tratta Sestino Minerbio
CANTIERE: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

In più fasi temporali la ditta in epigrafe ha consegnato, presso i locali di questo laboratorio,

n° 13 campioni di terreno da sottoporre a prove geotecniche.

Le prove richieste sono state trascritte nei seguenti Verbali di Accettazione: **n. 5307 del 03/04/2023, n. 5324 del 12/04/2023 e n. 5380 del 22/05/2023.**

In laboratorio, i campioni sono stati aperti e catalogati. Essi sono stati sottoposti a prove geotecniche atte ad individuare le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Prima di eseguire le prove, si è verificata la compatibilità delle stesse con le caratteristiche litologiche dei terreni. Verificata positivamente la conformità si è proceduto all'esecuzione delle prove.

Le prove sono state eseguite adottando le nozioni tecniche riportate nel Registro "*Procedure tecniche*" in dotazione al personale del laboratorio. Le procedure tecniche sono conformi alle specifiche più ricorrenti (ASTM, BS, UNI).

I rapporti di prova sono qui di seguito riportati.

Il presente plico è costituito da n. 131 fogli di lavoro numerati per ogni singolo certificato.	Lo sperimentatore delle prove è il geom. **Giuseppe Misuraca.** Lo sperimentatore delle prove è il geom. **Silvestro Lo Presti.**

Troina 12/07/2023

FIRMA
M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Verbale accettazione N.	5307	**del**	3/4/2023	**Certificato N.**	7678	/23	**del**	12/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.
Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. Iva:** 04874901004

Progetto/Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione: tratta Sestino Minerbio

Sondaggio : S31_SM_L **Campione:** CI3 **prelevato da: m** 26,65 **a m** 27,00

Classe di Qualità Dichiarata: Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

Descrizione visiva: Argilla limosa carbonatica, con noduli della stessa natura più tenace, di colore grigio a buona consistenza

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Prove effettuate sul campione

- ✓ Caratteristiche fisiche
- ✓ Analisi granulometrica
- ✓ Limiti di Atterberg
- Determinazione della sostanza organica
- Determinazione del contenuto di CaCo3
- ✓ Prova triassiale (UU)
- Taglio Diretto
- Determinazione Resistenze Residue
- Prova triassiale (CIU)
- Permeabilita in cella Triassiale
- Prova edometrica
- Densità in sito
- Carico su Piastra
- Indice di portanza CBR

Forma del campione

- Cubico
- ✓ Cilindrico
- Materiale sciolto

Caratteristiche porta campione
fustella in acciaio a pareti sottili
estremità sigillate con paraffina

Qualità del campione
(dichiarata dalla ditta di perforzione)
(UNI ENV 1997-2:2002)

- ✓ Q 1 (indisturbato)
- Q 2 (disturbo limitato)
- Q 3 (semi-disturbato)
- Q 4 (disturbato)
- Q 5 (rimaneggiato)

LABORATORIO ASSOCIATO A.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.L.G.I. N° 109

REP.	5035	**Data inizio prova:**	12/07/2023	**Data fine prova:**	12/07/2023

Nota:

Firma Direttore Laboratorio
M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori
LO SPERIMENTATORE
(Geom. Lo Presti Silvestro)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Verbale accettazione N. 5307 **del** 3/4/2023 **Certificato N.** 7679 /23 **del** 12/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.
Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. Iva:** 04874901004

Progetto/Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione : tratta Sestino Minerbio

Sondaggio : S31_SM_L **Campione:** CI3 **prelevato da: m** 26,65 **a m** 27,00

Classe di Qualità Dichiarata: Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

Descrizione visiva: Argilla limosa carbonatica, con noduli della stessa natura più tenace, di colore grigio a buona consistenza

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA
(N12-UNI-10008)

	Misura 1	Misura 2	Misura 3
Massa Tara [g]	15,02	13,26	487,66
Massa Tara + massa campione umido [g]	481,86	359,57	1577,48
Massa Tara + massa campione secco [g]	415,04	311,05	1423,07
Contenuto d'acqua [%]	**16,71**	**16,29**	**16,51**

Contenuto medio d'acqua [%]	**16,50**

LABORATORIO ASSOCIATO A.L.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.L.G.I. N° 189

REP. 5035 **Data inizio prova:** 12/07/2023 **Data fine prova:** 13/07/2023

Nota:

Firma Direttore Laboratorio
M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori
IO SPERIMENTATORE
(Geom. Lo Presti Silvestro)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Verbale accettazione N.	5307	**del**	3/4/2023	**Certificato N.**	7680 /23	**del**	12/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.
Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

Progetto/Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione : tratta Sestino Minerbio

Sondaggio : S31_SM_L **Campione:** CI3 **prelevato da: m** 26,65 **a m** 27,00

Classe di Qualità Dichiarata: Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

Descrizione visiva: Argilla limosa carbonatica, con noduli della stessa natura più tenace, di colore grigio a buona consistenza

MISURA DEL PESO DELL'UNITA DI VOLUME

(B.S. 1377 - 1990 Part. II - metodo delle misurazioni lineari)

	Misura 1	Misura 2	Misura 3
Altezza media provino [cm]	7,60	7,60	7,60
Diametro medio provino [cm]	3,80	3,80	3,80
Massa provino [g]	182,86	184,20	185,07
Volume Provino [cm^3]	86,19	86,19	86,19
Peso dell'unità di volume [KN/m^3]	20,805	20,958	21,056

Peso medio dell'unita di volume [KN/m^3]	**20,94**

LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.L.G.I. N° 109

REP.	5035	**Data inizio prova:**	12/07/2023	**Data fine prova:**	12/07/2023

Nota:

Firma Direttore Laboratorio
M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori
IO SPERIMENTATORE
(Geom. Lo Presti Silvestro)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Verbale accettazione N.	5307	**del**	3/4/2023	**Certificato N.**	7681 /23	**del**	12/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.
Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

Progetto/Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione : tratta Sestino Minerbio

Sondaggio : S31_SM_I **Campione:** CI3 **prelevato da: m** 26,65 **a m** 27,00

Classe di Qualità Dichiarata: Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

Descrizione visiva: Argilla limosa carbonatica, con noduli della stessa natura più tenace, di colore grigio a buona consistenza

MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI
(ASTM D 854)

	Misura 1	Misura 2
Massa picnometro [g]	87,30	88,51
Massa picnometro + massa campione secco [g]	123,04	129,76
Massa picnometro + massa campione secco + acqua [g]	359,02	363,69
Massa picnometro + massa acqua [g]	336,21	337,42
Temperatura di prova [°C]	20,0	20,0
Peso specifico dei grani alla temperatura di prova [KN/m3]	**27,107**	**26,998**
Peso specifico dei grani riferito al peso specifico dell'acqua distillata alla temperatura di 20 ° C	**2,769**	**2,758**
Peso specifico dei grani alla temperatura di 20°C [KN/m3]	**27,100**	
Dimensione massima dei grani [mm]	4,750	
Metodo di prova	A	

LABORATORIO ASSOCIATO M.T.R. LABORATORIO GEO Iscr. A.L.G.I. N° 109

REP.	5035	**Data inizio prova:**	13/07/2023	**Data fine prova:**	14/07/2023

Nota:

Firma Direttore Laboratorio
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori
LO SPERIMENTATORE
(Geom. Lo Presti Silvestro)

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 9001

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Verbale accettazione N. 5307 **del** 3/4/2023 **Certificato N.** 7682 /23 **del** 12/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.
Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

Progetto/Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione : tratta Sestino Minerbio

Sondaggio : S31_SM_L **Campione:** CI3 **prelevato da: m** 26,65 **a m** 27,00

Classe di Qualità Dichiarata: Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili
Def. Granulometrica (AGI): Argilla con limo, ghiaiosa debolmente limosa

ANALISI GRANULOMETRICA
(Raccomandazioni AGI 1994)

Peso netto del Campione essiccato [g]	899,25
Peso del campione essicato trattenuto al setaccio 0,063 (g)	221,17
Passante al setaccio 0,063 [g]	678,08

	Diametro Apertura mm	PESO NETTO Tratt. gr.	TRATTENUTO Cumul. %	PASSANTE Cumul. %
SETACCIATURA	37,5	0,00	0,00	100,00
	25	44,13	4,91	95,09
	19	15,81	6,67	93,33
	9,5	24,55	9,40	90,60
	4,75	28,51	12,57	87,43
	2	36,76	16,65	83,35
	0,85	25,24	19,46	80,54
	0,425	10,04	20,58	79,42
	0,25	9,85	21,67	78,33
	0,106	21,85	24,10	75,90
	0,063	4,43	24,59	75,41
SEDIMENTAZIONE	*0,042*		*25,83*	*74,17*
	0,037		*27,35*	*72,65*
	0,030		*28,86*	*71,14*
	0,026		*30,38*	*69,62*
	0,021		*31,89*	*68,11*
	0,016		*33,40*	*66,60*
	0,012		*36,43*	*63,57*
	0,007		*39,46*	*60,54*
	0,005		*44,00*	*56,00*
	0,004		*48,54*	*51,46*
	0,003		*53,08*	*46,92*
	0,002		*57,62*	*42,38*
	0,001		*62,16*	*37,84*

	Ghiaia [%]=	**16,65**	**Limo [%] =**	**33,02**
	Sabbia [%]=	**7,94**	**Argilla [%] =**	**42,38**

LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.L.G.I. N° 109

REP. 5035 **Data inizio prova:** 13/07/2023 **Data fine prova:** 18/07/2023

Nota:

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S

M.T.R. IL DIRETTORE TECNICO Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Direttore Laboratorio

Member of CISQ Federation RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

Firma Sperimentatori

I SPERIMENTATORI (Geom. Lo Presti Silvestro)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Verbale accettazione N.	5307	**del**	3/4/2023	**Certificato N.**	7682 /23	**del**	12/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.
Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

Progetto/Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

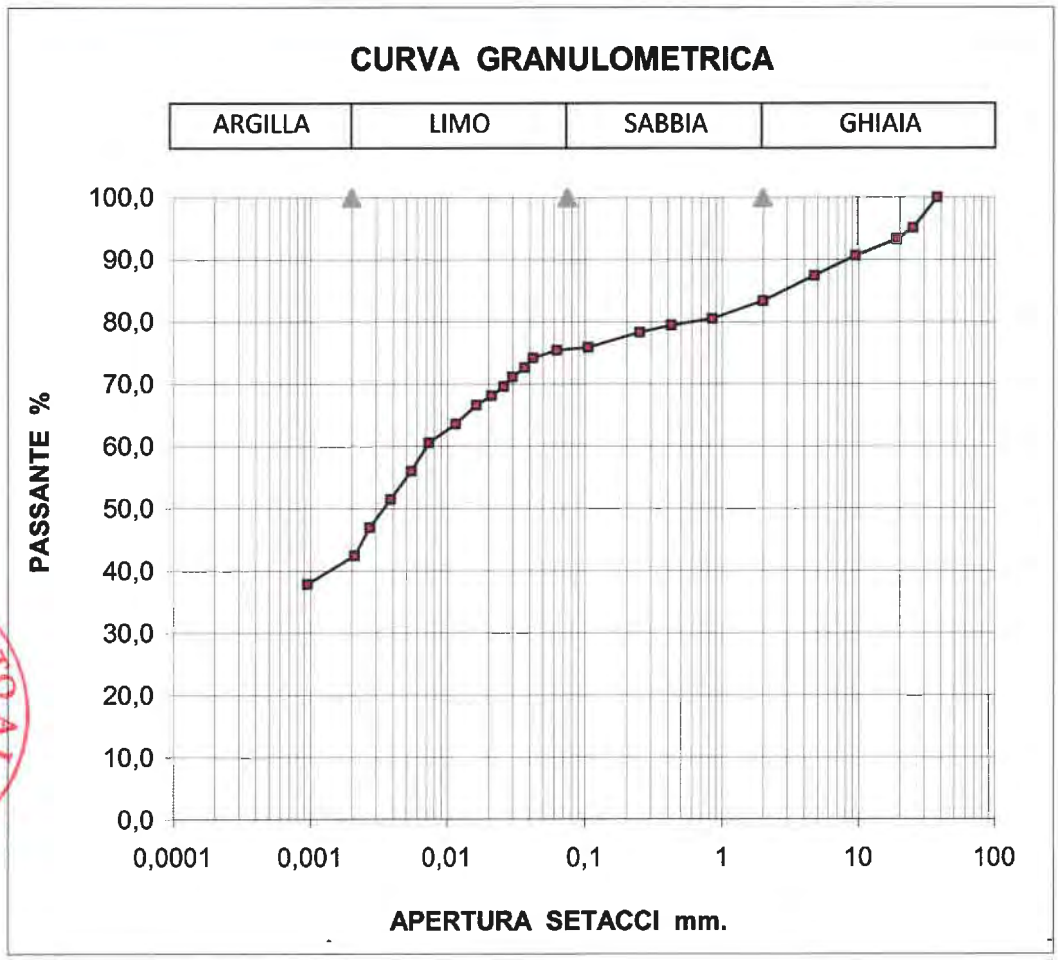
Località Prelievo Campione : tratta Sestino Minerbio

Sondaggio : S31_SM_L **Campione:** CI3 **prelevato da: m** 26,65 **a m** 27,00

Classe di Qualità Dichiarata: Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili
Def. Granulometrica (AGI): Argilla con limo, ghiaiosa debolmente limosa

ANALISI GRANULOMETRICA
(Raccomandazioni AGI 1994)

Temperatura [°C]	**20**
Volume cilindro prova [cm³]	**1000**
Peso specifico dei grani	**2,76**



LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.L.G.I. N° 109

REP.	5035	**Data inizio prova:**	13/07/2023	**Data fine prova:**	18/07/2023

Nota:

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S

M.T.R. IL DIRETTORE TECNICO Dott. Geol. FILIPPO FURIA
Firma Direttore Laboratorio

RINA Member of CIBQ Federation CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

Firma Sperimentatori
LO SPERIMENTATORE
(Geom. Lo Presti Silvestro)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Verbale accettazione N.	5307	del	3/4/2023	Certificato N.	7683 /23	del	12/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.
Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. Iva:** 04874901004

Progetto / Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione : tratta Sestino Minerbio

Sondaggio : S31_SM_L **Campione:** CI3 **prelevato da: m** 26,65 **a m** 27,00

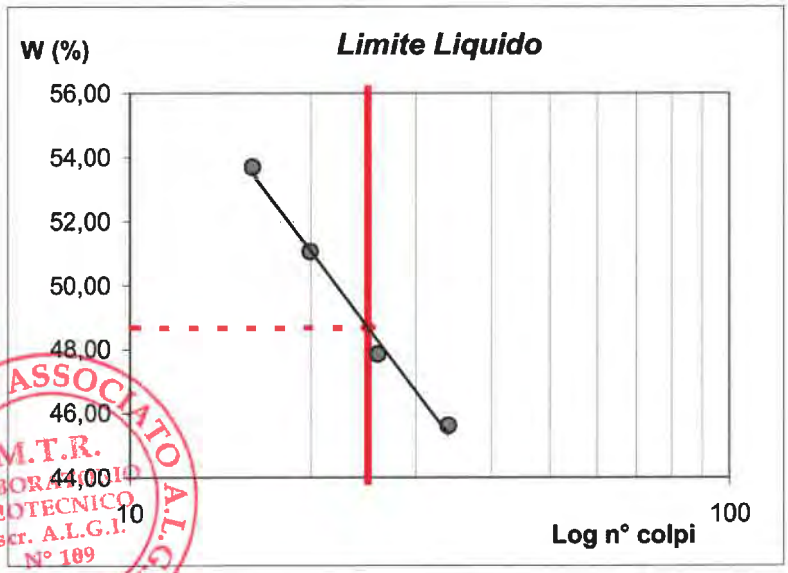
Classe di Qualità Dichiarata: Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

Descrizione visiva: Argilla limosa carbonatica, con noduli della stessa natura più tenace, di colore grigio a buona consistenza

LIMITI DI CONSISTENZA

(ASTM D 4318-93)

	limite liquido				limite plastico		U. mis
peso capsula	31,26	31,28	30,52	31,99	32,26	30,05	gr
peso lordo camp. umido	65,97	70,05	68,69	67,09	38,95	35,97	gr
peso lordo camp. secco	55,10	57,50	55,79	54,83	37,84	35,02	gr
numero cadute	34	26	20	16			n°
umidità	45,62	47,85	51,05	53,69	19,85	19,02	%



LIMITE LIQUIDO (%) = **49**
LIMITE PLASTICO (%) = **19**
INDICE PLASTICO = **30**

UMIDITA' NATURALE (%) = **16,50**
INDICE DI CONSISTENZA = **1,10**

CLASSIFICAZIONE UNI 11531-1
A 7-6

SETACCIO n°	PASSANTE %
2 UNI 2332	83,35
0,40 UNI 2332	79,42
0,063 UNI 2332	75,41

REP.	5035	Data inizio prova:	13/07/2023	Data fine prova:	14/07/2023

Nota:

Firma Direttore Laboratorio
M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori
I.O. SPERIMENTATORI
(Geom. Lo Presti Silvestro)

LABORATORIO ASSOCIATO A.L.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.L.G.I. N° 109

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Verbale accettazione N.	5307	del	3/4/2023	Certificato N.	7684	del	12/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.
Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

Progetto / Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione : tratta Sestino Minerbio

Sondaggio: S31_SM_L **Campione:** CI3 **prelevato da: m** 26,65 **a m** 27,00

Classe di Qualità Dichiarata: Q 1 **Tipo di contenitore:** Fustella in acciaio a pareti sottili

Descrizione visiva: Argilla limosa carbonatica, con noduli della stessa natura più tenace, di colore grigio a buona consistenza

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (ASTM D2850)

Tipo di Attrezzatura impiegata: Macchina Elettronica Tecnotest con acquisizione dati automatizzata

Dimensioni iniziali dei provini	Prov. 1	Prov. 2	Prov. 3	U. M.
Altezza media	7,60	7,60	7,60	cm
Diametro medio	3,80	3,80	3,80	cm
Sezione media	11,34	11,34	11,34	cm^2
Volume medio	86,19	86,19	86,19	cm^3

Caratteristiche fisiche iniziali dei provini	Prov. 1	Prov. 2	Prov. 3	U. M.
Massa	182,86	184,2	185,07	g
Contenuto d'Acqua	16,51	16,71	16,29	%
Peso dell'Unità di Volume	20,81	20,96	21,06	KN/m^3
Peso specifico dei grani *	2,76	2,76	2,76	* valore medio del campione
Peso dell'Unità di volume secco	17,85	17,96	18,11	KN/m^3
Indice dei vuoti	0,52	0,51	0,49	
Grado di saturazione	88,28	90,94	90,9	%

Tensioni di prova dei provini	Prov. 1	Prov. 2	Prov. 3	U. M.
Pressione di cella	100	200	300	KPa
Velocità di deformazione	3,83E-06	3,83E-06	3,83E-06	m/s

Caratteristiche fisiche finali dei provini	Prov. 1	Prov. 2	Prov. 3	U. M.
Contenuto d'Acqua	17,98	18,21	18,05	%
Massa umida	184,45	186,17	187,03	g

LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.L.G.I. N° 109

REP.	5035	Data inizio prova:	12/07/2023	Data fine prova:	13/07/2023

Nota:

Firma Direttore Laboratorio
M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori
IO SPERIMENTATORE
(Geom. Lo Presti Silvestro)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Verbale accettazione N.	5307	**del**	3/4/2023	**Certificato N.**	7684	**del**	12/7/2023

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

Dati Sperimentali della Fase di Rottura

provino 1		*provino 2*		*provino 3*	
δh	F	δh	F	δh	F
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,19	127,08	0,09	55,64	0,13	67,58
0,42	150,83	0,32	120,78	0,36	132,50
0,65	172,60	0,55	161,36	0,59	175,56
0,88	206,08	0,78	184,47	0,82	209,35
1,11	221,00	1,01	210,15	1,05	239,16
1,34	237,80	1,24	235,83	1,28	279,58
1,57	256,58	1,47	256,80	1,51	307,40
1,80	267,63	1,70	273,92	1,74	321,98
2,03	277,36	1,93	288,39	1,97	337,88
2,26	290,06	2,16	296,95	2,20	351,13
2,49	296,69	2,39	310,13	2,43	361,20
2,72	302,99	2,62	318,00	2,66	371,66
2,95	306,97	2,85	330,07	3,12	376,96
3,18	310,73	3,08	335,72	3,35	376,57
3,41	309,18	3,31	343,43	3,58	376,30
3,64	307,74	3,54	343,34	3,81	376,04
3,87	304,54	3,77	342,91	4,04	375,24
4,10	299,68	4,00	342,66	4,27	374,98
4,33	296,80	4,23	340,52	4,50	373,39
4,56	294,92	4,46	338,55	4,73	371,80
4,79	293,82	4,69	336,07	4,96	371,53
5,02	293,38	4,92	331,96	5,19	371,13
5,25	290,17	5,15	329,73	5,42	369,01
5,48	289,40	5,38	329,39	5,65	369,15
5,71	288,96	5,61	328,88	5,88	365,04
5,94	288,63	5,84	328,62	6,11	363,32
6,17	288,41	6,07	328,28	6,34	360,53
6,40	287,19	6,30	328,02	6,57	358,55
6,63	285,64	6,53	327,93	6,80	357,88
6,86	284,54	6,76	327,68	7,03	355,90
7,09	284,43	6,99	327,59	7,26	354,44
7,32	284,21	7,22	327,42	7,49	350,46
7,55	283,99	7,45	327,16	7,72	347,81
7,78	283,54	7,68	326,82	7,95	347,28
8,01	283,10	7,91	326,65	8,18	346,89
8,24	281,22	8,14	326,22	8,41	346,36
8,47	280,67	8,37	325,96	8,64	345,96
8,70	279,79	8,60	325,54	8,87	345,56
8,93	277,91	8,83	325,45	9,10	345,03

F= Carico Assiale [N] ; δh = Deformazione Verticale [mm];

REP.	5035	**Data inizio prova:**	12/07/2023	**Data fine prova:**	13/07/2023

Nota:

Firma Direttore Laboratorio
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori
(Geom. Lo Presti Silvestro)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Verbale accettazione N. 5307 **del** 3/4/2023 **Certificato N.** 7684 **del** 12/7/2023

provino 1	
δh	F
9,16	277,91
9,39	277,69
9,62	277,58
9,85	277,47
10,08	276,58
10,31	276,58
10,54	276,47
10,77	276,47
11,00	276,36

provino 2	
δh	F
9,06	325,37
9,29	324,34
9,52	321,43
9,75	319,54
9,98	319,20
10,21	318,09

provino 3	
δh	F
9,10	344,50
9,33	343,84
9,56	343,31

LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Aut. A.I.G.I. N° 109

F= Carico Assiale [N] ; δh = Deformazione Verticale [mm];

REP.	5035

Data inizio prova: 12/07/2023 **Data fine prova:** 13/07/2023

Nota:

Firma Direttore Laboratorio
M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

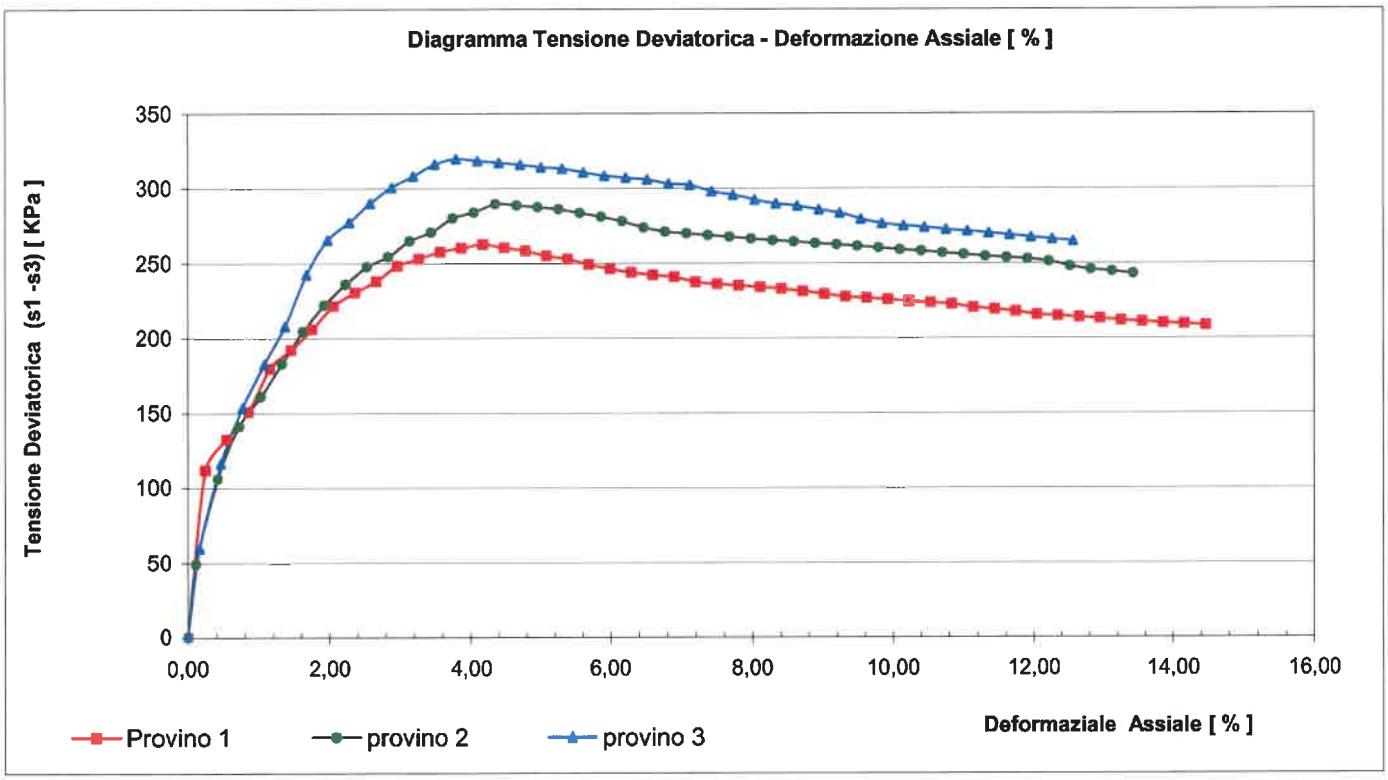
Firma Sperimentatori
(Geom. Lo Presti Silvestro)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Verbale accettazione N.	5307	del	3/4/2023	Certificato N.	7684	del	12/7/2023

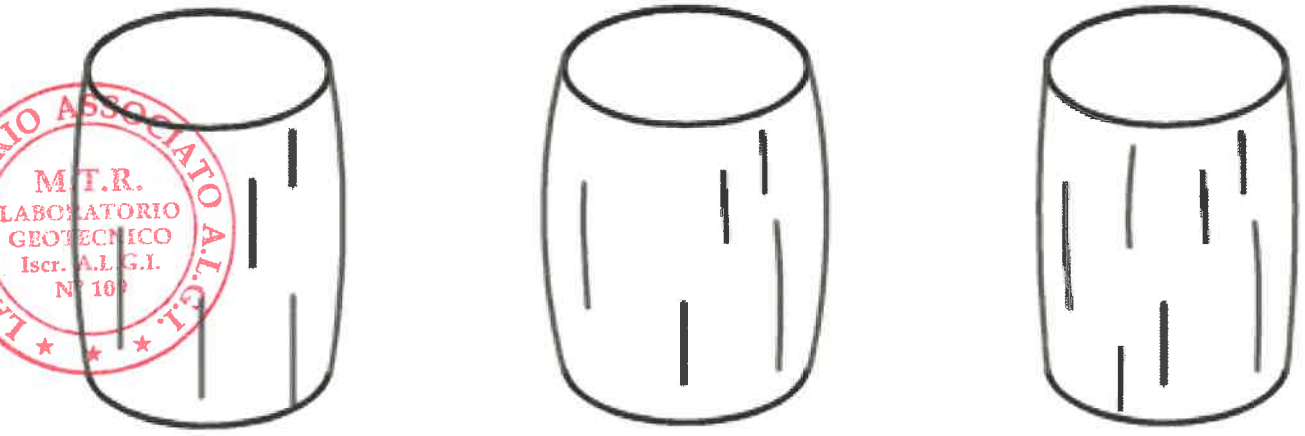
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

Diagrammi della fase di rottura



Schemi di rottura dei provini

provino 1	*provino 2*	*provino 3*



LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I.
M.T.R.
LABORATORIO GEOTECNICO
Iscr. A.I.G.I. N° 109

REP.	5035	Data inizio prova:	12/07/2023	Data fine prova:	13/07/2023

Nota:

Firma Direttore Laboratorio

IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori

(Geom. Lo Presti Silvestro)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Verbale accettazione N. 5307 **del** 3/4/2023 **Certificato N.** 7684 **del** 12/7/2023

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

Calcoli della Fase di Rottura

provino 1		*provino 2*		*provino 3*	
ε	σ1−σ3	ε	σ1−σ3	ε	σ1−σ3
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,24	111,77	0,12	49,00	0,17	59,49
0,55	132,27	0,42	106,05	0,47	116,28
0,85	150,90	0,72	141,25	0,77	153,61
1,15	179,62	1,03	160,99	1,07	182,61
1,45	192,03	1,33	182,84	1,38	207,98
1,76	205,99	1,63	204,55	1,68	242,37
2,06	221,58	1,93	222,06	1,98	265,68
2,36	230,41	2,24	236,13	2,28	277,41
2,66	238,04	2,54	247,83	2,59	290,21
2,97	248,17	2,84	254,39	2,89	300,66
3,27	253,05	3,14	264,86	3,19	308,32
3,57	257,62	3,45	270,74	3,49	316,26
3,88	260,18	3,75	280,13	3,80	319,76
4,18	262,54	4,05	284,03	4,10	318,42
4,48	260,40	4,35	289,63	4,40	317,19
4,78	258,37	4,66	288,64	4,71	315,97
5,09	254,87	4,96	287,37	5,01	314,30
5,39	252,77	5,26	286,24	5,31	313,07
5,69	249,20	5,56	283,54	5,61	310,75
5,99	246,02	5,87	281,00	5,92	308,43
6,30	243,68	6,17	278,04	6,22	307,22
6,60	241,98	6,47	273,76	6,52	305,90
6,90	240,83	6,78	271,04	6,82	303,17
7,20	237,43	7,08	269,88	7,13	302,30
7,51	236,02	7,38	268,58	7,43	297,96
7,81	234,89	7,68	267,50	7,73	295,58
8,11	233,85	7,99	266,34	8,03	292,36
8,41	232,90	8,29	265,26	8,34	289,79
8,72	231,15	8,59	264,31	8,64	288,30
9,02	229,15	8,89	263,23	8,94	285,75
9,32	227,50	9,20	262,29	9,24	283,63
9,63	226,65	9,50	261,28	9,55	279,52
9,93	225,72	9,80	260,20	9,85	276,47
10,23	224,79	10,10	259,06	10,15	275,13
10,53	223,68	10,41	258,05	10,46	273,89
10,84	222,57	10,71	256,84	10,76	272,54
11,14	220,35	11,01	255,77	11,06	271,31
11,44	219,17	11,31	254,56	11,36	270,07
11,74	217,73	11,62	253,63	11,67	268,74

σ1-σ3 = Tensione Deviatorica [KPa]; ε = deformazione Assiale [%]

REP.	5035	**Data inizio prova:**	12/07/2023	**Data fine prova:**	13/07/2023

Nota:

Firma Direttore Laboratorio

M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori

LO SPERIMENTATORE
(Geom. Lo Presti Silvestro)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Verbale accettazione N. 5307 **del** 3/4/2023 **Certificato N.** 7684 **del** 12/7/2023

provino 1		*provino 2*		*provino 3*	
ε	σ1–σ3	ε	σ1–σ3	ε	σ1–σ3
12,05	215,53	11,92	252,69	11,97	267,41
12,35	214,61	12,22	251,03	12,27	265,97
12,65	213,79	12,53	247,92	12,57	264,65
12,95	212,96	12,83	245,61		
13,26	211,54	13,13	244,50		
13,56	210,81	13,43	242,80		
13,86	209,98				
14,16	209,25				
14,47	208,43				

σ1-σ3 = Tensione Deviatorica [KPa]; ε = deformazione Assiale [%]

REP. 5035 **Data inizio prova:** 12/07/2023 **Data fine prova:** 13/07/2023

Nota:

Firma Direttore Laboratorio

M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori

IO SPERIMENTATORE
(Geom. Lo Presti Silvestro)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Verbale accettazione N. 5307 **del** 3/4/2023 **Certificato N.** 7685 /23 **del** 12/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.

Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. Iva:** 04874901004

Progetto/Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione: tratta Sestino Minerbio

Sondaggio : S031_SM_L **Campione:** SPT 3 **prelevato da: m** 27,00 **a m** 27,45

Classe di Qualità Dichiarata: Q 5 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato

Descrizione visiva: Argilla limosa carbonatica con con noduli centimetrici tenaci della stessa natura, di colore grigio, a struttura brecciata, moderatamente consistente

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Prove effettuate sul campione

- Caratteristiche fisiche
- ✓ Analisi granulometrica
- Limiti di Atterberg
- Determinazione della sostanza organica
- Determinazione del contenuto di CaCo3
- Espansione Laterale Libera (E.L.L.)
- Taglio Diretto
- Determinazione Resistenze Residue
- Prova triassiale (CIU)
- Permeabilità in cella Triassiale
- Prova edometrica
- Densità in sito
- Carico su Piastra
- Indice di portanza CBR

Forma del campione

- Cubico
- Cilindrico
- ✓ Materiale sciolto

Caratteristiche porta campione

Sacchetto in plastica sigillato

Qualità del campione

(dichiarata dalla ditta di perforzione)

(UNI ENV 1997-2:2002)

- Q 1 (indisturbato)
- Q 2 (disturbo limitato)
- Q 3 (semi-disturbato)
- Q 4 (disturbato)
- ✓ Q 5 (rimaneggiato)

LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.L.G.I. N° 109

REP. 5035 **Data inizio prova:** 04/05/2023 **Data fine prova:** 04/05/2023

Nota:

Firma Direttore Laboratorio

M.T.R. IL DIRETTORE TECNICO Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
Member of CISQ Federation RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

Firma Sperimentatori

IO SPERIMENTATORE (Geom. Lo Presti Silvestro)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Verbale accettazione N. 5307 **del** 3/4/2023 **Certificato N.** 7686 /23 **del** 12/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.
Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

Progetto/Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione : tratta Sestino Minerbio

Sondaggio : S031_SM_L **Campione:** SPT 3 **prelevato da: m** 27,00 **a m** 27,45

Classe di Qualità Dichiarata: Q 5 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato

Descrizione visiva: Argilla limosa carbonatica con con noduli centimetrici tenaci della stessa natura, di colore grigio, a struttura brecciata, moderatamente consistente

MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI
(ASTM D 854)

	Misura 1	Misura 2
Massa picnometro [g]	100,20	87,30
Massa picnometro + massa campione secco [g]	132,36	126,82
Massa picnometro + massa campione secco + acqua [g]	369,64	361,16
Massa picnometro + massa acqua [g]	349,29	336,21
Temperatura di prova [°C]	20,0	20,0
Peso specifico dei grani alla temperatura di prova [KN/m3]	**26,705**	**26,598**
Peso specifico dei grani riferito al peso specifico dell'acqua distillata alla temperatura di 20 ° C	**2,728**	**2,717**
Peso specifico dei grani alla temperatura di 20°C [KN/m3]	**26,698**	
Dimensione massima dei grani [mm]	4,750	
Metodo di prova	A	

LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I. M.T.R. LAB. GEOTECNICO Iscr. A.I.G.I.

REP.	5035	Data inizio prova:	05/05/2023	Data fine prova:	06/05/2023

Nota:

Firma Direttore Laboratorio
M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 9001

Firma Sperimentatori
I SPERIMENTATORI
(Geom. Lo Presti Silvestro)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Verbale accettazione N. 5307 **del** 3/4/2023 **Certificato N.** 7687 /23 **del** 12/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.
Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

Progetto/Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione : tratta Sestino Minerbio

Sondaggio : S031_SM_L **Campione:** SPT 3 **prelevato da: m** 27,00 **a m** 27,45

Classe di Qualità Dichiarata: Q 5 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato
Def. Granulometrica (AGI): Argilla e limo, debolmente ghiaiosa e sabbiosa

ANALISI GRANULOMETRICA
(Raccomandazioni AGI 1994)

Peso netto del Campione essiccato [g]	235,33
Peso del campione essicato trattenuto al setaccio 0,063 (g)	32,94
Passante al setaccio 0,063 [g]	202,39

	Diametro Apertura mm	PESO NETTO Tratt. gr.	TRATTENUTO Cumul. %	PASSANTE Cumul. %
SETACCIATURA				
	19	0,00	0,00	100,00
	9,5	9,82	4,17	95,83
	4,75	1,87	4,97	95,03
	2	4,86	7,03	92,97
	0,85	5,23	9,26	90,74
	0,425	1,88	10,05	89,95
	0,25	1,84	10,84	89,16
	0,106	5,14	13,02	86,98
	0,063	2,30	14,00	86,00
SEDIMENTAZIONE	*0,043*		*15,68*	*84,32*
	0,037		*16,52*	*83,48*
	0,030		*17,36*	*82,64*
	0,026		*18,21*	*81,79*
	0,021		*19,05*	*80,95*
	0,017		*20,74*	*79,26*
	0,012		*23,27*	*76,73*
	0,007		*27,48*	*72,52*
	0,006		*34,23*	*65,77*
	0,004		*44,35*	*55,65*
	0,003		*47,72*	*52,28*
	0,002		*56,15*	*43,85*
	0,001		*64,58*	*35,42*

	Ghiaia [%]=	**7,03**	**Limo [%] =**	**42,15**
	Sabbia [%]=	**6,96**	**Argilla [%] =**	**43,85**

LABORATORIO ASSOCIATO A.L.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.L.G.I. N° 109

REP. 5035 **Data inizio prova:** 05/05/2023 **Data fine prova:** 09/05/2023

Nota:

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S

M.T.R. IL DIRETTORE TECNICO Dott. Geol. FILIPPO FURIA
Firma Direttore Laboratorio

Member of CISQ Federation RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

10 SPERIMENTATORI (Geom. Lo Presti Silvestro)
Firma Sperimentatori

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Verbale accettazione N. 5307 **del** 3/4/2023 **Certificato N.** 7687 /23 **del** 12/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.
Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

Progetto/Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione : tratta Sestino Minerbio

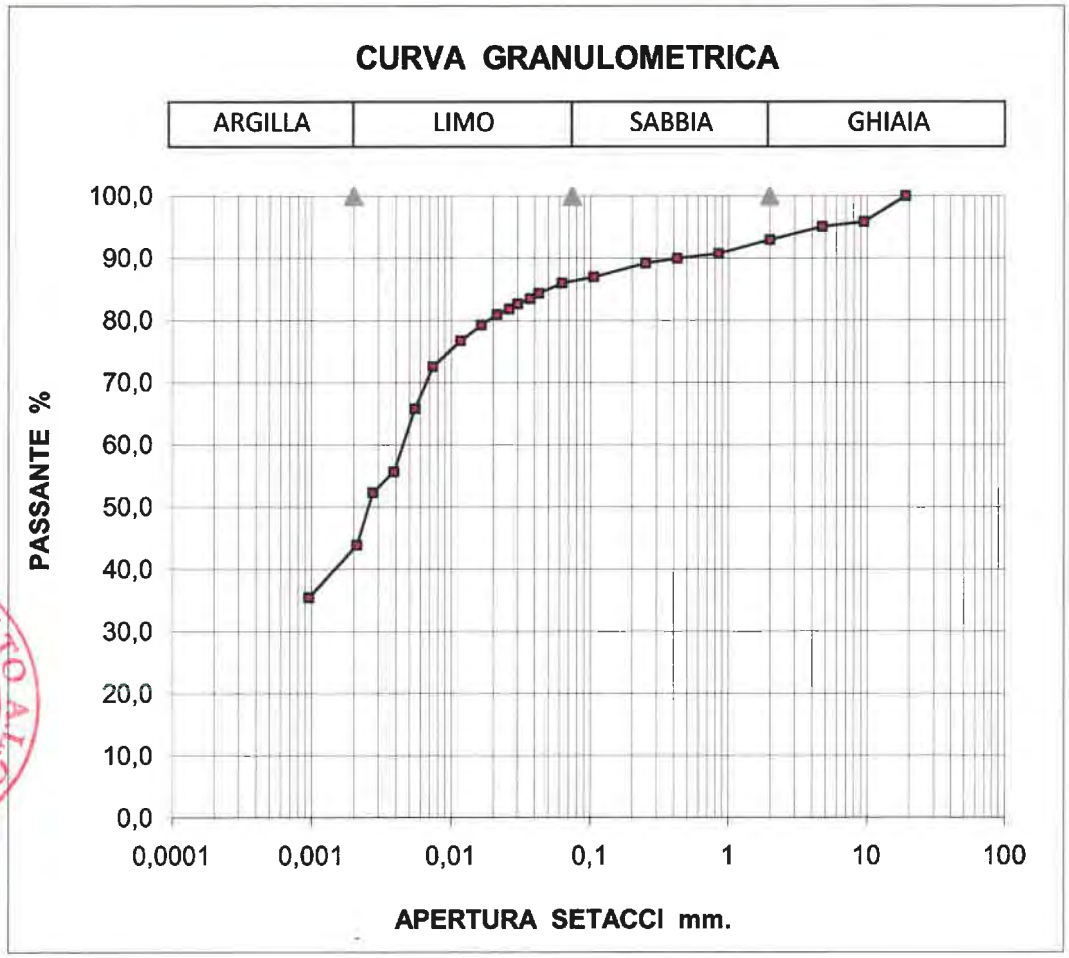
Sondaggio : S031_SM_I **Campione:** SPT 3 **prelevato da: m** 27,00 **a m** 27,45

Classe di Qualità Dichiarata: Q 5 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato
Def. Granulometrica (AGI): Argilla e limo, debolmente ghiaiosa e sabbiosa

ANALISI GRANULOMETRICA
(Raccomandazioni AGI 1994)

Temperatura [°C]	20
Volume cilindro prova [cm^3]	1000
Peso specifico dei grani	2,72

CURVA GRANULOMETRICA



LABORATORIO ASSOCIATO A.L.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.L.G.I. N° 109

REP. 5035 **Data inizio prova:** 05/05/2023 **Data fine prova:** 09/05/2023

Nota:

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S

M.T.R. IL DIRETTORE TECNICO Dott. Geol. FILIPPO FURIA
Firma Direttore Laboratorio

RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

I.G. SPERIMENTATORI (Geom. Lo Presti Silvestro)
Firma Sperimentatori

Meccanica Terre e Rocce

Laboratorio analisi geotecniche – associato ALGI n° 109/97
del geologo Filippo Furia
Via C. Colombo n.69 – 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 fax + 39 0935 657433
e-mail: info@mtralgi.com web: www.mtralgi.com
Part. IVA 00602230864 C.C.I.A.A. Enna n.39329
Organizzazione con sistema di gestione certificato

TIPO DOCUMENTO - DOCUMENT TYPE

ELABORATI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

COMMITTENTE – CUSTOMER

T.EN Italy Solutions S.p.A.

LOCALITA' - LOCATION

Tratta Sestino Minerbio

OGGETTO - SUBJECT

Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino - Minerbio

DATA FINE REPORT - REPORT END DATE	DATA CONSEGNA REPORT - REPORT DELIVERY
17/07/2023	**17/07/2023**

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

☐ Autorizzazione "SETTORE TERRE" ai sensi della Circ. 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019

☑ Autorizzazione "SETTORE ROCCE" ai sensi della Circ. 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019

Member of CISQ Federation RINA IQNet CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE
n° 3901 1/19/S SCADENZA 12.12.2025

VERBALE ACCETTAZIONE N°	DATA ACCETTAZIONE	N° REPERTORIO
689	**04/05/2023**	**633/23**

Dott. Geol. FILIPPO FURIA	Dott. Geol. FILIPPO CARMENI	Geom. GIUSEPPE MISURACA	Geom. SILVESTRO LO PRESTI	PAGINA – SHEET
DIRETTORE DI LABORATORIO	RESPONSABILE QUALITA'	TECNICO DI LABORATORIO	TECNICO DI LABORATORIO	**32**

certy ceq
ISO 14001:2015
CERT. N: IT1166/MTR/A34/191011

SNAS
Reg. No. 374/R-078

certy ceq
ISO 45001:2018
CERT. N.: IT1166/MTR/H34/191011

IL PRESENTE DOCUMENTO E' PROPRIETA' M.T.R. A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO
THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF MT.R. ALL RIGHTS ARE RESERVED ACCORDING TO LAW

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " **SETTORE ROCCE** "
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019

Verbale accettazione N.	689	**del**	4/5/2023	**Certificato N.**	2378	**del**	17/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.
Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. Iva:** 04874901004

Progetto/Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione: tratta Sestino Minerbio

Sondaggio S32 **Campione** CL1

prelevato da: m. 59,50 **a m.** 59,90

Descrizione visiva: Argillite di colore grigio scuro

RIEPILOGO PROVE

Prove effettuate sul campione

✓	*Foto*
	Descrizione Petografica
✓	Massa volumica apparente
	Massa volumica reale
	Tenore d'acqua
	Porosità
✓	Imbibizione
	Gelività
	Point Load
✓	Comp. Uniassiale
	Triassiale su roccia
	Flessione
	Taglio Diretto
	J.R.C.
	Trazione indiretta
	Velocità onde
	Permeabilità
	Skid Test
	Abrasione
	Sclerometro
	Durezza di Mohs

Forma del campione

✓	Cilindrico
	Irregolare
	Cubico

LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I. – M.T.R. – LABORATORIO GEOTECNICO – Iscr. A.I.G.I. N° 109

REP.	633	**Data inizio prova:**	29/06/2023	**Data fine prova:**	14/07/2023

Nota:

Firma Direttore Laboratorio

M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S

RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

Firma Sperimentatori

LO SPERIMENTATORE
(Dott. Geol. FILIPPO CARMENI)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019

Verbale accettazione N. 689 **del** 4/5/2023 **Certificato N.** 2379 **del** 17/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.

Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

Progetto / Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione : tratta Sestino Minerbio

Sondaggio S32 **Campione** CL1

prelevato da: m. 59,50 **a m.** 59,90

Descrizione visiva: Argillite di colore grigio scuro

MASSA VOLUMICA APPARENTE

ASTM C97-02 / ISRM

Geometria provini: *cilindrica*

peso (g)=	1141,00
altezza media (mm)=	88,00
diametro medio (mm)=	82,00
area (mm^2)=	5281,02
volume (mm^3) =	464729,52
massa volumica (KN/m^3) =	**24,08**

REP. 633 **Data inizio prova:** 29/06/2023 **Data fine prova:** 30/06/2023

Nota: prova eseguita su provini asciutti

Firma Direttore Laboratorio

M.T.R. IL DIRETTORE TECNICO Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S

Firma Sperimentatori

LO SPERIMENTATORE (Dott. Geol. FILIPPO CARMENDA)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019

Verbale accettazione N. 689 **del** 4/5/2023 **Certificato N.** 2380 **del** 17/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.
Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

Progetto / Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione : tratta Sestino Minerbio

Sondaggio S32 **Campione** CL1

prelevato da: m. 59,50 **a m.** 59,90

Descrizione visiva: Argillite di colore grigio scuro

DETERMINAZIONE DELL'ASSORBIMENTO D'ACQUA A PRESSIONE ATMOSFERICA, A_b
(UNI EN 13755)

Legenda:	
m_d	massa provino asciutto dry (g)
m_i	massa iesima provino umido (g)
m_{sat}	massa provino saturo (g)

Geometria provini: *cilindrica*

Provino	*Diametro medio mm*	m_d	m_i *48h*	m_i *72h*	m_i *96h*	Δm_i (%)	m_i *120h*	m_{sat} *144h*
1	82	2152,5	2187,2	2188,8	2191,6	0,03	2192,3	2193,4
2	82	1636,3	1649,3	1657,2	1664,8	0,14	1667,2	1667,5
3	82	683,3	688,6	693,3	695,2	0,12	696,0	696,3
4	82	882,6	889,9	897,3	898,4	0,09	899,2	899,6
5	82	1033	1049,2	1052,0	1052,3	0,02	1052,5	1052,5
6	82	963,7	977,6	980,2	981,6	0,05	982,1	982,3

Assorbimento d'acqua
Ab (%) = 100*(ms-md)/md=

Provino n° *1*	Provino n° *2*	Provino n° *3*	Provino n° *4*	Provino n° *5*	Provino n° *6*
1,90	1,91	1,90	1,93	1,89	1,93

Coefficiente d'imbibizione $A_{b\ medio}$ = 1,91 %

deviazione standard = 0,02 %

REP. 633 **Data inizio prova:** 29/06/2023 **Data fine prova:** 10/07/2023

Nota: prova eseguita su provini asciutti

Firma Direttore Laboratorio
M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

Firma Sperimentatori
LO SPERIMENTATORE
(Dott. Geol. FILIPPO CARMENTI)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019

Verbale accettazione N. 689 **del** 4/5/2023 **Certificato N.** 2381 **del** 17/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.

Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

Progetto / Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione : tratta Sestino Minerbio

Sondaggio S32 **Campione** CL1

prelevato da: m. 59,50 **a m.** 59,90

Descrizione visiva: Argillite di colore grigio scuro

DETERMINAZIONE RESISTENZA A COMPRESSIONE UNIASSIALE

UNI EN 1926

Attrezzatura: pressa oleodinamica Tecnotest KE 200 cella di carico da **300** KN

geometria provini:	*cilindrica*
peso (g)=	1141,00
altezza media (mm)=	88,00
diametro medio (mm)=	82,00
area (mm^2)=	5281,02
volume (mm^3) =	464729,52
carico a rottura (kN) =	261,19
massa volumica (KN/m^3) =	**24,08**
Resistenza a compressione (MPa)	**49,46**

REP. 633 **Data inizio prova:** 30/06/2023 **Data fine prova:** 30/06/2023

Nota: prova eseguita su provini asciutti rottura eslosiva

Firma Direttore Laboratorio

M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S

Firma Sperimentatori

LO SPERIMENTATORE
(Dott. Geol. FILIPPO CARMEN

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " **SETTORE ROCCE** "
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019

Verbale accettazione N.	689	**del**	4/5/2023	**Certificato N.**	2382	**del**	17/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.
Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. Iva:** 04874901004

Progetto/Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione: tratta Sestino Minerbio

Sondaggio S32 **Campione** CL2

prelevato da: m. 62,00 **a m.** 62,40

Descrizione visiva: Arenaria siltitica di colore grigio

RIEPILOGO PROVE

Prove effettuate sul campione

✓	*Foto*
	Descrizione Petografica
✓	Massa volumica apparente
	Massa volumica reale
	Tenore d'acqua
	Porosità
✓	Imbibizione
	Gelività
	Point Load
✓	Comp. Uniassiale
	Triassiale su roccia
	Flessione
	Taglio Diretto
	J.R.C.
	Trazione indiretta
	Velocità onde
	Permeabilità
	Skid Test
	Abrasione
	Sclerometro
	Durezza di Mohs

Forma del campione

✓	Cilindrico
	Irregolare
	Cubico

LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I. – LABORATORIO GEOTECNICO A.I.G.I. Iscr. N° 109

REP.	633	**Data inizio prova:**	29/06/2023	**Data fine prova:**	14/07/2023

Nota:

Firma Direttore Laboratorio
N.F.F.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori
LO SPERIMENTATORE
Dott. Geol. FILIPPO CARMENI

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 9001

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019

Verbale accettazione N.	689	**del**	4/5/2023	**Certificato N.**	2383	**del**	17/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.
Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

Progetto / Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione : tratta Sestino Minerbio
Sondaggio S32 **Campione** CL2
prelevato da: m. 62,00 **a m.** 62,40
Descrizione visiva: Arenaria siltitica di colore grigio

MASSA VOLUMICA APPARENTE
ASTM C97-02 / ISRM

Geometria provini: *cilindrica*

peso (g)=	1102,30
altezza media (mm)=	89,00
diametro medio (mm)=	82,00
area (mm^2)=	5281,02
volume (mm^3) =	470010,54
massa volumica (KN/m^3) =	**23,00**

LABORATORIO ASSOCIATO A.I.G.I. M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO Iscr. A.I.G.I. N° 109

REP.	633	**Data inizio prova:**	29/06/2023	**Data fine prova:**	30/06/2023

Nota: prova eseguita su provini asciutti

Firma Direttore Laboratorio
M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 9001

Firma Sperimentatori
LO SPERIMENTATORE
(Dott. Geol. FILIPPO CARMENI)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019

Verbale accettazione N. 689 **del** 4/5/2023 **Certificato N.** 2384 **del** 17/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.
Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

Progetto / Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione : tratta Sestino Minerbio
Sondaggio S32 **Campione** CL2
prelevato da: m. 62,00 **a m.** 62,40
Descrizione visiva: Arenaria siltitica di colore grigio

DETERMINAZIONE DELL'ASSORBIMENTO D'ACQUA A PRESSIONE ATMOSFERICA, A_b
(UNI EN 13755)

Legenda:	
m_d	massa provino asciutto dry (g)
m_i	massa iesima provino umido (g)
m_{sat}	massa provino saturo (g)

Geometria provini: *cilindrica*

Provino	*Diametro medio mm*	m_d	m_i *48h*	m_i *72h*	m_i *96h*	Δm_i (%)	m_i *120h*	m_{sat} *144h*
1	82	2884,5	2925,5	2927,5	2932,1	0,03	2933,1	2934,7
2	82	1318,6	1338,1	1340,3	1340,9	0,01	1341,0	1341,3
3	82	937,8	947,6	951,4	953,1	0,09	954,0	954,1
4	82	773,8	784,3	785,6	786,6	0,08	787,2	787,3
5	82	911,3	919,9	925,4	926,6	0,03	926,9	927,2
6	82	661,3	669,4	670,3	671,3	0,18	672,5	672,7

Assorbimento d'acqua
Ab (%) = 100*(ms-md)/md=

Provino n° *1*	Provino n° *2*	Provino n° *3*	Provino n° *4*	Provino n° *5*	Provino n° *6*
1,74	1,72	1,74	1,74	1,74	1,72

Coefficiente d'imbibizione $A_{b\ medio}$ = 1,74 %
deviazione standard = 0,01 %

REP. 633 **Data inizio prova:** 29/06/2023 **Data fine prova:** 10/07/2023

Nota: prova eseguita su provini asciutti

Firma Direttore Laboratorio
M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S
Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 9001

Firma Sperimentatori
LO SPERIMENTATORE
(Dott. Geol. FILIPPO CARMENA)

Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia
Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864
Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE ROCCE"
ai sensi della Circolare Ministeriale 7618/STC Decreto n° 0000522 del 30/09/2019

Verbale accettazione N. 689 **del** 4/5/2023 **Certificato N.** 2385 **del** 17/7/2023

Committente: T.EN Italy Solutions S.p.A.

Indirizzo: Viale Castello della Magliana, 68 - 00148 ROMA **C.F. / Part. iva** 04874901004

Progetto / Lavoro: Met. Dorsale Adriatica tratto Sestino Minerbio

Località Prelievo Campione : tratta Sestino Minerbio

Sondaggio S32 **Campione** CL2

prelevato da: m. 62,00 **a m.** 62,40

Descrizione visiva: Arenaria siltitica di colore grigio

DETERMINAZIONE RESISTENZA A COMPRESSIONE UNIASSIALE

UNI EN 1926

Attrezzatura: pressa oleodinamica Tecnotest KE 200 cella di carico da **300** KN

geometria provini:	*cilindrica*
peso (g)=	1102,30
altezza media (mm)=	89,00
diametro medio (mm)=	82,00
area (mm^2)=	5281,02
volume (mm^3) =	470010,54
carico a rottura (kN) =	221,74
massa volumica (KN/m^3) =	**23,00**
Resistenza a compressione (MPa)	**41,99**

REP. 633

Data inizio prova: 30/06/2023 **Data fine prova:** 30/06/2023

Nota: prova eseguita su provini asciutti rottura eslosiva

Firma Direttore Laboratorio

M.T.R.
IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

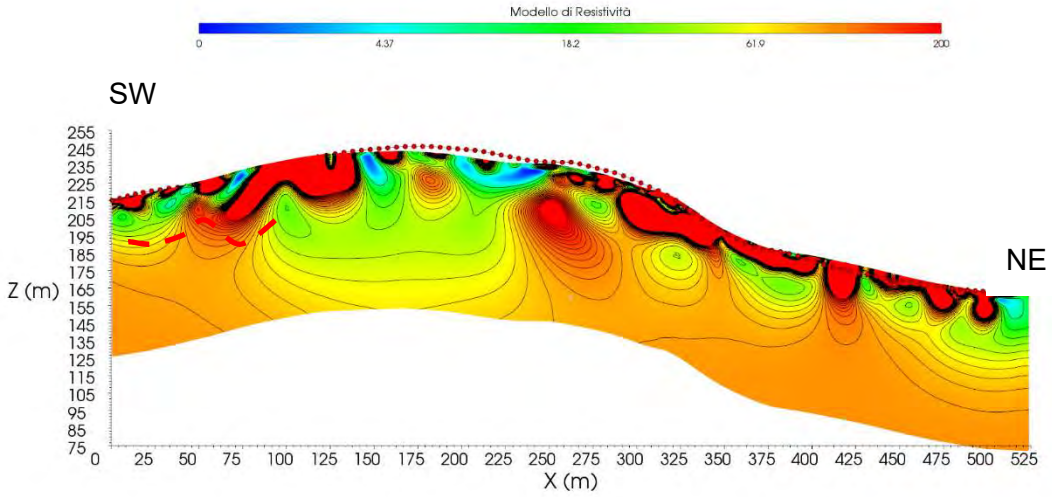
AZIENDA IN POSSESSO DI CERTIFICAZIONE n° 39011/19/S

Firma Sperimentatori

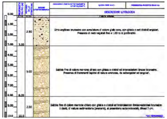
LO SPERIMENTATORE
(Dott. Geol. FILIPPO CARMENA)

ERT_019_SM_L

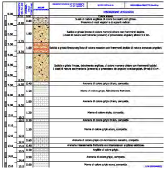
Numero elettrodi utilizzati: 115		Spaziatura elettrodi: 5 metri
Lunghezza profilo: 550 metri		Tipologia: Wenner
Metri lineari di stendimento	Overlap	Quantità + Overlap
525	25	550



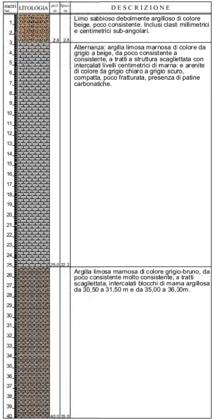
S3bis



S4bis



S31_SM_L

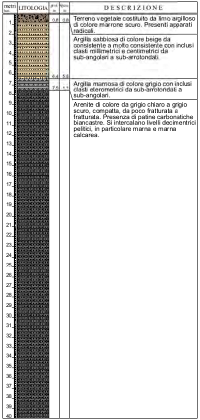

metri
LITOLOGIA
DESCRIZIONE

Limo sabbioso debolmente argilloso di colore beige, poco consistente. Inclusi clasti millimetrici e centimetrici sub-angolari.

Alternanza: argilla limosa marnosa di colore da grigio a beige, da poco consistente a consistente, a tratti a struttura scagliettata con intercalati livelli centimetrici di marna; e arenite di colore da grigio chiaro a grigio scuro, compatta, poco fratturata, presenza di patine carbonatiche.

Argilla limosa marnosa di colore grigio-bruno, da poco consistente molto consistente, a tratti scagliettata, intercalati blocchi di marna argillosa da 30,50 a 31,50 m e da 35,00 a 36,00m.

S32_SM_L


metri
LITOLOGIA
DESCRIZIONE

Terreno vegetale costituito da limo argilloso di colore marrone scuro. Presenti apparati radicali.

Argilla sabbiosa di colore beige da consistente a molto consistente con inclusi clasti millimetrici e centimetrici da sub-angolari a sub-arrotondati

Argilla marnosa di colore grigio con inclusi clasti eterometrici da sub-arrotondati a sub-angolari.

Arenite di colore da grigio chiaro a grigio scuro, compatta, da poco fratturata a fratturata. Presenza di patine carbonatiche biancastre. Si intercalano livelli decimentrici pelitici, in particolare marna e marna calcarea.

S33_SM_L

DESCRIZIONE

Ghiaia medio fine spigolosa in matrice sabbiosa.

Limo sabbioso più o meno argilloso marrone chiaro con ghiaia.

Limo argilloso grigio.

Argilla limosa sabbiosa grigia molto compatta.

Alternanze di arenarie e argilliti grigie.

Prelievo di campione indisturbato.

Alternanze di arenarie e argilliti grigie.

Prelievo di campione indisturbato.

Alternanze di arenarie e argilliti grigie.

Prelievo di campione indisturbato.

Alternanze di arenarie e argilliti grigie.

Argilla grigia molto compatta.

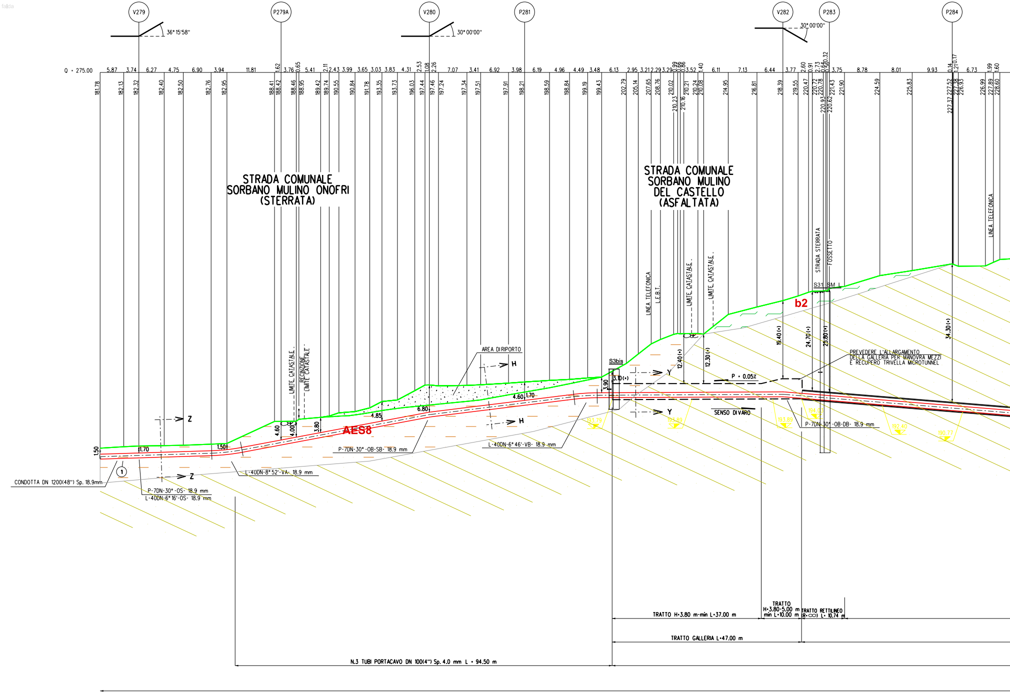
Alternanze di arenarie e argilliti grigie con livelli di argille molto compattte (livelli di alterazione).

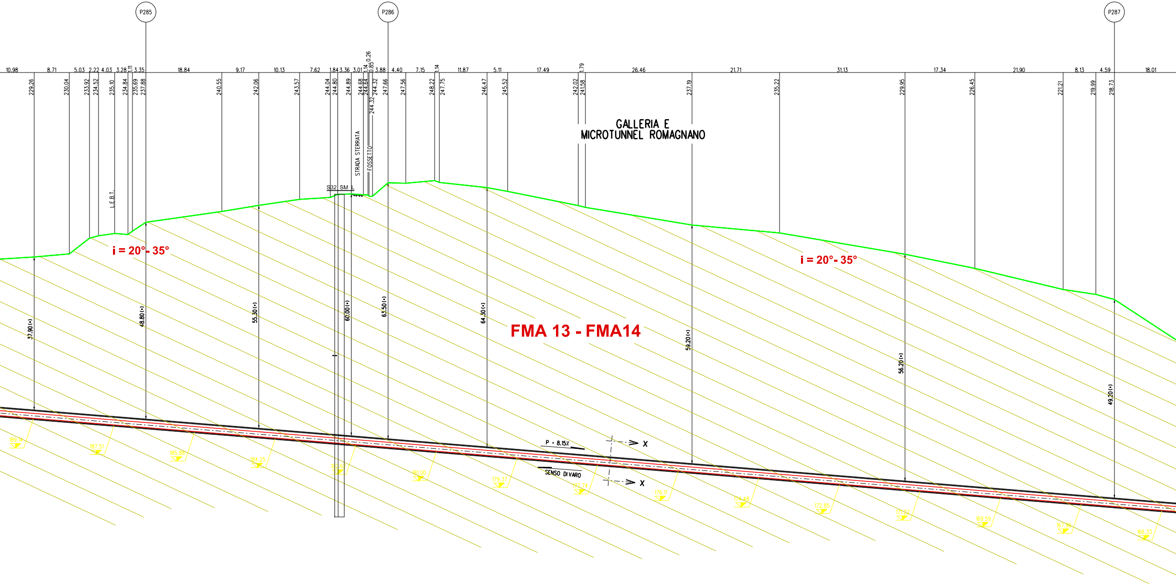
Alternanze di arenarie e argilliti grigie con livelli di argille molto compatte (livelli di alterazione).

Sondaggio geognostic

▼ Livello

—	**Limite formazione**
i = ..°	**Presunta inclinazione apparente della stratificazione rispetto traccia della sezione**
AES8a	**SUB SINTEMA DI RAVENNA** - AES8 Depositi alluvionali terrazzati Ghiaie, sabbie, silt e argille, in proporzioni variabili, in riempimenti di canali e corpi tabulari, spesso con strutture sedimentarie (stratificazione incrociata, concava o piano parallela). Livelli torbosi discontinui e suoli organici sepolti o relitti poco evoluti.
▨	Sabbie e limi prevalenti
▨	Ghiaie e ciottoli prevalenti
b2	Depositi eluvio-colluviali - b2 Depositi derivanti da alterazioni in situ delle formazioni del substrato talora interessati da modesti trasporti ad opera delle acque di ruscellamento, costituiti da clasti eterometrici in matrice argilloso-sabbiosa.
FMA13 FMA14	Membro di Fontanelice - FMA13 Membro di Borgo Tossignano - FMA14 Arenarie torbiditiche e subordinate peliti con granulometria variabile da grossolane a fini


falda
V279
P279A
V280
P281
V282
P283
P284
36° 15'58"
30° 00'00"
30° 00'00"
Q = 275.00
5.87 3.74 6.27 4.75 6.90 3.94 11.81 1.62 3.76 0.65 5.41 2.11 2.43 3.99 3.65 3.03 3.83 4.31 2.53 1.08 2.26 7.07 3.41 6.92 3.98 6.19 4.96 4.49 3.48 6.13 2.95 3.21 2.29 3.29 0.99 0.86 3.52 1.40 6.11 7.13 6.44 3.77 2.60 0.91 2.73 0.64 0.56 0.32 3.75 8.78 8.01 9.93 0.14 1.21 0.17 6.73 1.99 1.60
181.78 182.13 182.32 182.40 182.50 182.76 182.95 188.41 188.42 188.46 188.95 189.42 189.74 190.55 190.84 191.78 193.35 193.73 196.03 197.44 197.46 197.24 197.34 197.51 197.91 198.21 198.59 198.84 199.19 199.43 202.79 205.14 207.65 208.76 210.02 210.23 210.16 210.21 210.24 210.08 214.95 216.81 218.39 219.55 220.47 220.72 220.78 220.93 220.62 221.43 221.90 224.59 225.83 227.37 227.52 227.38 226.93 226.99 227.89 228.60
STRADA COMUNALE
SORBANO MULINO ONOFRI
(STERRATA)
STRADA COMUNALE
SORBANO MULINO
DEL CASTELLO
(ASFALTATA)
LIMITE CATASTALE
RECINZIONE
LIMITE CATASTALE
AREA DI RIPORTO
LINEA TELEFONICA
L.E.B.T.
LIMITE CATASTALE
LIMITE CATASTALE
STRADA STERRATA
FOSSETTO
LINEA TELEFONICA
S31 SM L
b2
AES8
S3bis
Z
Z
H
H
Y
Y
1.50
1.70
1.50
4.60
4.00
3.80
4.85
6.80
4.60
1.70
3.90
3.10(*)
12.40(*)
12.30(*)
19.40(*)
24.70(*)
25.80(*)
34.30(*)
P = 0.05%
SENSO DI VARO
PREVEDERE L'ALLARGAMENTO
DELLA GALLERIA PER MANOVRA MEZZI
E RECUPERO TRIVELLA MICROTUNNEL
193.79
193.89
193.89
194.03
192.40
190.77
①
CONDOTTA DN 1200(48") Sp. 18.9mm
P-7DN-30° -OS- 18.9 mm
L-40DN-6° 16'-OS- 18.9 mm
L-40DN-8° 52'-VA- 18.9 mm
P-7DN-30° -OB-SB- 18.9 mm
L-40DN-6° 46'-VB- 18.9 mm
P-7DN-30° -OB-DB- 18.9 mm
TRATTO H=3.80 m-min L=37.00 m
TRATTO
H=3.80-5.00 m
min L=10.00 m
TRATTO RETTILINEO
(R=∞) L= 10.74 m
TRATTO GALLERIA L=47.00 m
N.3 TUBI PORTACAVO DN 100(4") Sp. 4.0 mm L = 94.50 m


P285
P286
P287
10.98
8.71
5.03
2.22
4.03
3.28
1.11
3.35
18.84
9.17
10.13
7.62
1.84
3.36
3.01
1.14
0.26
0.85
3.88
4.40
7.15
1.14
11.87
5.11
17.49
1.79
26.46
21.71
31.13
17.34
21.90
8.13
4.59
18.01
229.26
230.04
233.92
234.52
235.10
234.84
235.69
237.88
240.55
242.06
243.57
244.04
244.80
244.89
244.68
244.64
244.32
244.32
247.66
247.56
248.22
247.75
246.47
245.52
242.02
241.58
237.19
235.22
229.95
226.45
221.21
219.99
218.73
GALLERIA E
MICROTUNNEL ROMAGNANO
L.E.B.T.
S32
SM
L
STRADA STERRATA
FOSSETTO
i = 20°- 35°
i = 20°- 35°
FMA 13 - FMA14
37.90(*)
48.80(*)
55.30(*)
60.00(*)
63.50(*)
64.30(*)
59.20(*)
56.20(*)
49.20(*)
P = 8.15%
SENSO DI VARO
X
X
189.14
187.51
185.88
184.25
182.62
181.00
179.37
177.74
176.11
174.48
172.85
171.22
169.59
167.96
166.33

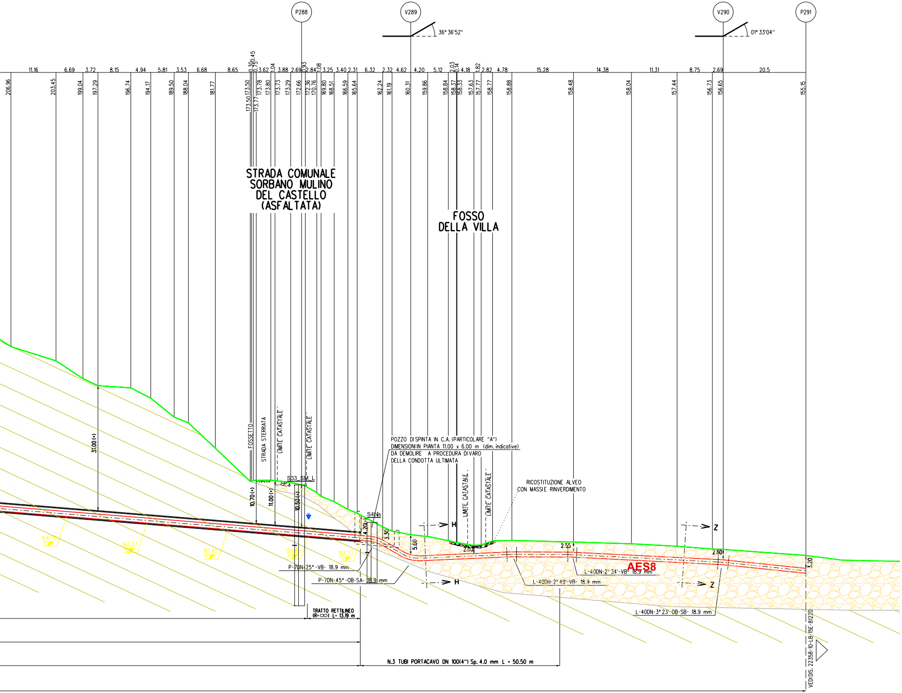
TRATTO CURVILINEO (RAGGIO ORIZZONTALE R = 1900 m) L = 409.04 m S = 410.39 m

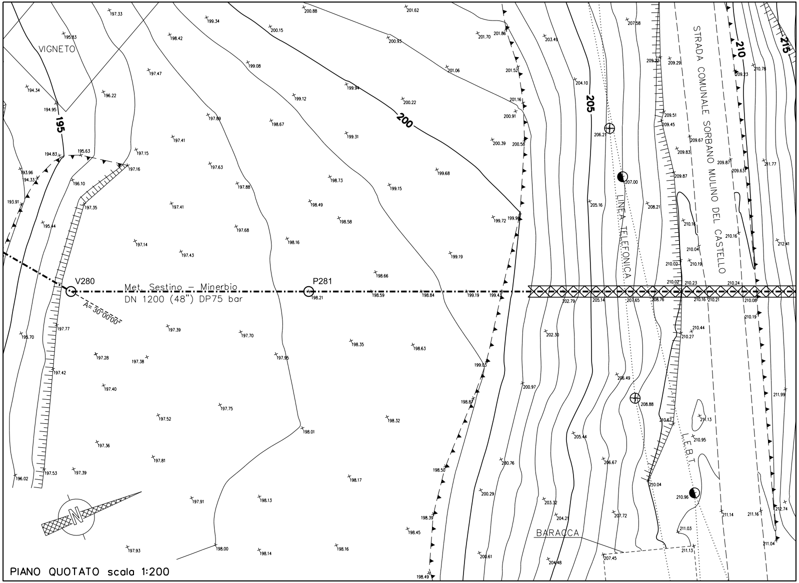
MICROTUNNEL (IN CONCI C.A.) D.i. 2000 mm-min - LTOT. = 432.88 m STOT. = 434.32 m

N.3 TUBI PORTACAVO DN 100(4") Sp. 4.0 mm L = 481.32 m

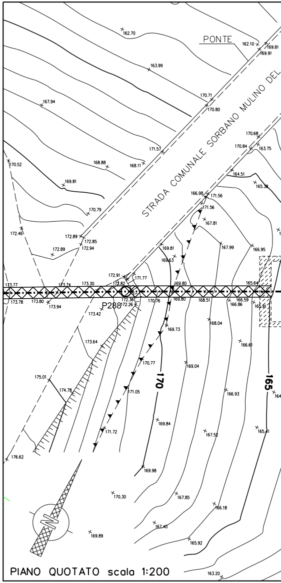
TUBO A SPESSORE MAGGIORATO SP. 18.9 mm

SEZIONE A - B scala 1:500

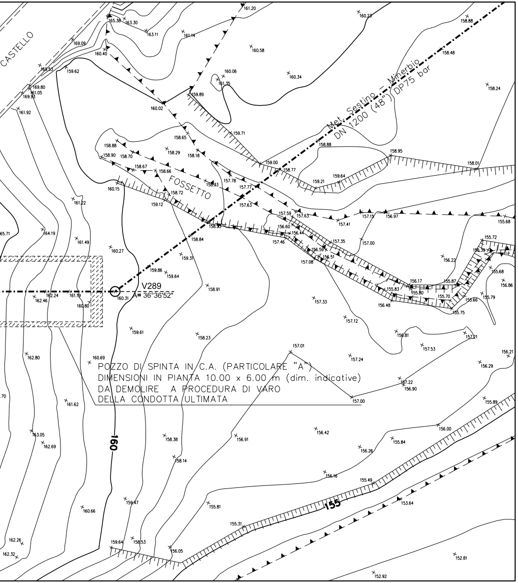

P288
V289
36° 36'52"
V290
01° 33'04"
P291
11.16
6.69
3.72
8.15
4.94
5.81
3.53
6.68
8.65
0.30
0.75
0.45
3.62
1.04
3.88
2.69
0.93
2.84
1.08
3.25
3.40
2.31
6.32
2.32
4.62
4.20
5.12
2.03
0.14
4.18
1.82
2.82
4.78
15.28
14.38
11.31
8.75
2.69
20.5
206.96
203.45
199.04
197.29
196.74
194.17
189.50
188.04
181.77
173.50
173.50
173.77
173.78
173.80
173.73
173.29
172.66
172.36
170.76
169.80
168.51
166.59
165.64
162.24
161.19
160.31
159.86
158.84
158.37
158.33
157.63
157.77
158.77
158.88
158.48
158.04
157.44
156.73
156.65
155.15
STRADA COMUNALE SORBANO MULINO DEL CASTELLO (ASFALTATA)
FOSSO DELLA VILLA
FOSSETTO
STRADA STERRATA
LIMITE CATASTALE
LIMITE CATASTALE
31.00(•)
10.70(•)
11.00(•)
10.50(•)
S33_SM_L
S4bis
4.20
3.30
5.00
POZZO DISPINTA IN C.A. (PARTICOLARE "A")
DIMENSIONIIN PIANTA 11.00 x 6.00 m (dim. indicative)
DA DEMOLIRE A PROCEDURA DI VARO
DELLA CONDOTTA ULTIMATA
LIMITE CATASTALE
LIMITE CATASTALE
RICOSTITUZIONE ALVEO
CON MASSIE RINVERDIMENTO
H
H
Z
Z
2.00
2.55
2.60
3.20
164.70
163.07
161.45
159.82
158.77
P-7DN-25° -VB- 18.9 mm
P-7DN-45° -OB-SA- 18.9 mm
L-40DN-2° 34'-VB- 18.9 mm
L-40DN-2° 49'-VB- 18.9 mm
L-40DN-3° 23'-OB-SB- 18.9 mm
AES8
TRATTO RETTILINEO (R=∞) L= 13.19 m
N.3 TUBI PORTACAVO DN 100(4") Sp. 4.0 mm L = 50.50 m
VEDI DIS. 22358-10-LB-15E-81220


VIGNETO
195
200
205
210
215
V280
P281
Met. Sestino – Minerbio
DN 1200 (48") DP75 bar
A= 30°00'00"
LINEA TELEFONICA
STRADA COMUNALE SORBANO MULINO DEL CASTELLO
L.E.B.T.
BARACCA
N

PIANO QUOTATO scala 1:200


PONTE
STRADA COMUNALE SORBANO MULINO DEL
P288
170
165
N

PIANO QUOTATO scala 1:200


CASTELLO
Met. Sestino – Minerbio
DN 1200 (48") DP75 bar
FOSSETTO
V289
A= 36°36'52"
160
155
161.20
160.23
158.88
165.38
163.30
163.11
161.14
160.58
158.48
169.09
160.40
160.06
160.34
169.53
159.62
161.35
158.24
169.80
161.05
169.93
159.89
160.02
161.92
159.71
158.88
158.65
158.88
158.90
158.70
158.29
158.18
158.95
159.00
158.77
158.01
158.67
158.66
159.64
159.21
160.15
157.78
157.77
158.33
158.72
159.12
157.63
161.22
157.59
157.63
157.41
157.15
156.97
155.68
158.93
156.60
156.44
158.84
157.35
155.72
165.71
164.19
161.49
157.46
156.59
156.51
157.00
155.39
160.27
159.31
157.08
156.22
155.68
159.86
159.64
156.17
155.87
156.86
162.24
161.19
162.46
160.80
160.31
158.91
155.83
155.80
155.70
155.66
155.79
157.33
156.48
155.75
157.12
159.61
156.81
157.21
158.23
157.53
157.01
156.21
162.80
160.69
157.24
156.29
POZZO DI SPINTA IN C.A. (PARTICOLARE "A")
DIMENSIONI IN PIANTA 10.00 x 6.00 m (dim. indicative)
DA DEMOLIRE A PROCEDURA DI VARO
DELLA CONDOTTA ULTIMATA
157.22
156.90
157.00
.70
161.62
155.89
163.05
156.42
156.00
162.69
158.38
156.91
155.84
156.26
158.14
156.16
155.49
159.47
155.81
153.64
160.66
155.31
162.26
159.64
158.53
156.05
152.81
162.32
152.92

DATI CARATTERISTICI E SEZIONI TIPO

MICROTUNNEL
DATI CARATTERISTICI

DISTANZA ORIZZONTALE	432.88
DISTANZA INCLINATA	434.32
QUOTA IMBOCCO NORD-EST	158.77
QUOTA IMBOCCO SUD-OVEST	194.03
Δ q	35.26
PENDENZA	8.15 %

LE QUOTE SONO RIFERITE ALLA GENERATRICE INFERIORE INTERNA DEL TUNNEL

DATI

DISTANZA ORIZZONTALE	
DISTANZA INCLINATA	
QUOTA IMBOCCO NORD-	
QUOTA IMBOCCO SUD-O	
Δ q	
PENDENZA	

LE QUOTE SONO RIFERITE

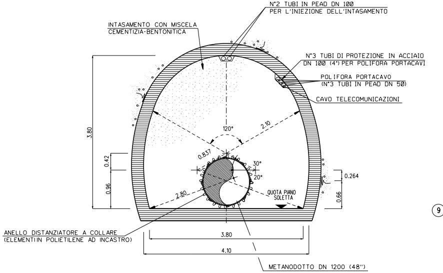
N.B.:
PRIMA DI PROCEDERE CON L'ESECUZIONE DEGLI SCAVI DEL METANODOTTO E' NECESSARIO ACCERTARE L'ESATTA UBICAZIONE PLANO-ALTIMETRICA DI TUTTI I SERVIZI INTERRATI INTERFERENTI

L'INDAGINE ANDRA' SVOLTA MEDIANTE L'ESECUZIONE DI SAGGI A MANO ED ALLA PRESENZA DI RAPPRESENTANTI DELL'ENTE PROPRIETARIO

I COLLARI DIS
SULLA CONDOTTA

APPLICAZIONE DI
DI 2.00 m

SEZIONE Y-Y
GALLERIA H=3.80 m


N°2 TUBI IN PEAD DN 100
PER L'INIEZIONE DELL'INTASAMENTO
INTASAMENTO CON MISCELA
CEMENTIZIA-BENTONITICA
N°3 TUBI DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
DN 100 (4") PER POLIFORA PORTACAVI
POLIFORA PORTACAVO
(N°3 TUBI IN PEAD DN 50)
CAVO TELECOMUNICAZIONI
3.80
120°
2.10
0.837
30°
20°
0.42
0.96
0.264
0.66
2.80
QUOTA PIANO
SOLETTA
ANELLO DISTANZIATORE A COLLARE
(ELEMENTIIN POLIETILENE AD INCASTRO)
3.80
4.10
METANODOTTO DN 1200 (48")
9

GALLERIA

CARATTERISTICI

	47.00
	47.00
-EST	194.03
OVEST	193.79
	0.24
	0.05 %

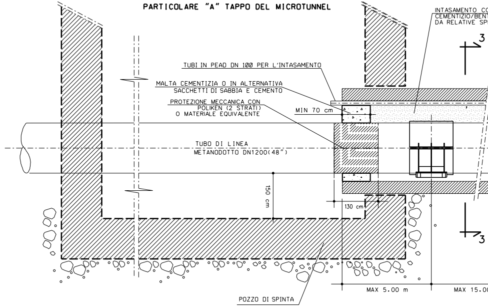
AL PIANO SOLETTA DELLA GALLERIA

N.B. 1 Gli elementi dimensionali dei pozzi di spinta e di arrivo e le eventuali opere di sostegno necessarie alla realizzazione dovranno essere definite dall'appaltatore con apposito progetto di dettaglio approvato dalla committente

2 Le coperture indicate con l'asterisco (*) sono riferite alla generatrice superiore interna del microtunnel in c.a. avente D.i.min 2000 mm

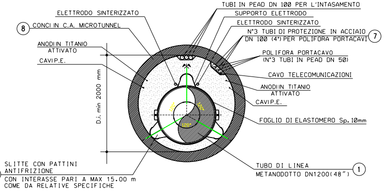
3 Il numero e la lunghezza dei tubi di intasamento del microtunnel dovranno essere definiti dall'appaltatore e sottoposti all'approvazione della committente

PARTICOLARE "A" TAPPO DEL MICROTUNNEL


INTASAMENTO CO
CEMENTIZIO/BENT
DA RELATIVE SP
3
3
TUBI IN PEAD DN 100 PER L'INTASAMENTO
MALTA CEMENTIZIA O IN ALTERNATIVA
SACCHETTI DI SABBIA E CEMENTO
PROTEZIONE MECCANICA CON
POLIKEN (2 STRATI)
O MATERIALE EQUIVALENTE
MIN 70 cm
TUBO DI LINEA
METANODOTTO DN1200(48")
150 cm
130 cm
MAX 5.00 m
MAX 15.00
POZZO DI SPINTA

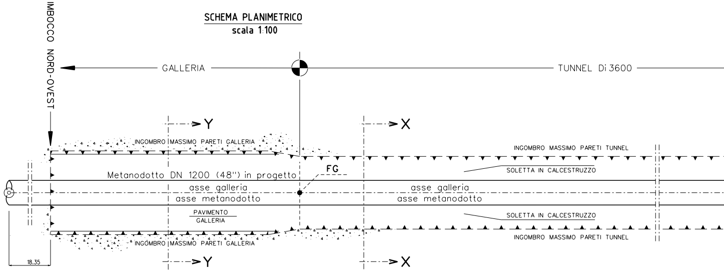
GALLERIA - TUNNEL

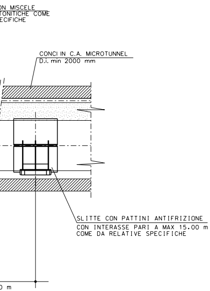
STANZIATORI DOVRANNO ESSERE APPLICATI
SECONDO IL SEGUENTE SCHEMA:
I N°2 CORONE AFFIANCATE CON INTERASSE DI

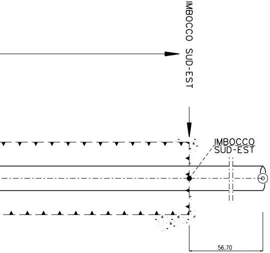

ELETTRODO SINTERIZZATO
8
CONCI IN C.A. MICROTUNNEL
ANODI IN TITANIO
ATTIVATO
CAVI P.E.
D.i. min 2000 mm
120°
120°
120°
SLITTE CON PATTINI
ANTIFRIZIONE
CON INTERASSE PARI A MAX 15.00 m
COME DA RELATIVE SPECIFICHE
TUBI IN PEAD DN 100 PER L'INTASAMENTO
SUPPORTO ELETTRODO
ELETTRODO SINTERIZZATO
N°3 TUBI DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
DN 100 (4") PER POLIFORA PORTACAVI
7
POLIFORA PORTACAVO
(N°3 TUBI IN PEAD DN 50)
CAVO TELECOMUNICAZIONI
ANODI IN TITANIO
ATTIVATO
CAVI P.E.
FOGLIO DI ELASTOMERO Sp. 10mm
TUBO DI LINEA
METANODOTTO DN1200(48")
1

SEZIONE 3-3

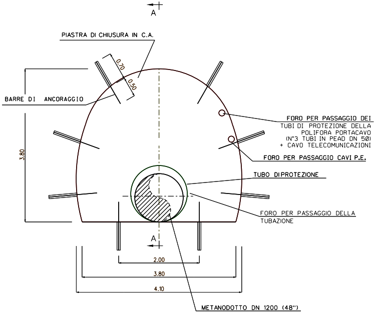
SCHEMA PLANIMETRICO
scala 1:100


IMBOCCO NORD-OVEST
GALLERIA
TUNNEL Di 3600
Y
X
INGOMBRO MASSIMO PARETI GALLERIA
INGOMBRO MASSIMO PARETI TUNNEL
FG
SOLETTA IN CALCESTRUZZO
Metanodotto DN 1200 (48") in progetto
asse galleria
asse metanodotto
asse galleria
asse metanodotto
PAVIMENTO
GALLERIA
SOLETTA IN CALCESTRUZZO
INGOMBRO MASSIMO PARETI TUNNEL
INGOMBRO MASSIMO PARETI GALLERIA
18.35
Y
X

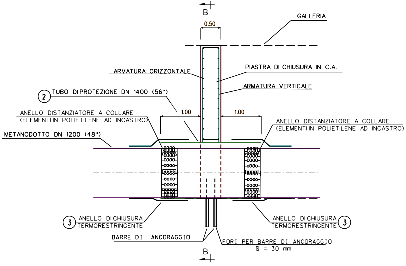

ON MISCELE
TONITICHE COME
ECIFICHE
CONCI IN C.A. MICROTUNNEL
D.i. min 2000 mm
SLITTE CON PATTINI ANTIFRIZIONE
CON INTERASSE PARI A MAX 15.00 m
COME DA RELATIVE SPECIFICHE
0 m


IMBOCCO SUD-EST
IMBOCCO
SUD-EST
56.70

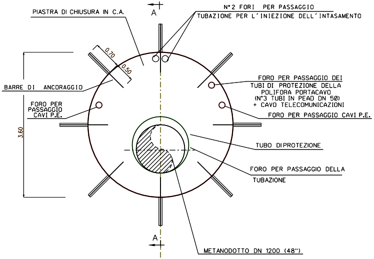
"OPERE COMPLEMENTARI"
SISTEMI DI CHIUSURA GALLERIA
PARTICOLARE "C"


A
PIASTRA DI CHIUSURA IN C.A.
0.70
0.50
BARRE DI ANCORAGGIO
3.80
FORO PER PASSAGGIO DEI
TUBI DI PROTEZIONE DELLA
POLIFORA PORTACAVO
(N°3 TUBI IN PEAD DN 50)
+ CAVO TELECOMUNICAZIONI
FORO PER PASSAGGIO CAVI P.E.
TUBO DI PROTEZIONE
FORO PER PASSAGGIO DELLA
TUBAZIONE
A
2.00
3.80
4.10
METANODOTTO DN 1200 (48")

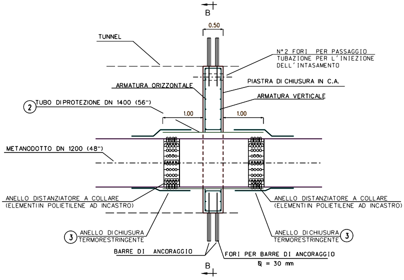
SEZIONE A-A


B
0.50
GALLERIA
ARMATURA ORIZZONTALE
PIASTRA DI CHIUSURA IN C.A.
ARMATURA VERTICALE
2 TUBO DI PROTEZIONE DN 1400 (56")
1.00
1.00
ANELLO DISTANZIATORE A COLLARE
(ELEMENTI IN POLIETILENE AD INCASTRO)
ANELLO DISTANZIATORE A COLLARE
(ELEMENTI IN POLIETILENE AD INCASTRO)
METANODOTTO DN 1200 (48")
3 ANELLO DI CHIUSURA
TERMORESTRINGENTE
ANELLO DI CHIUSURA
TERMORESTRINGENTE 3
BARRE DI ANCORAGGIO
FORI PER BARRE DI ANCORAGGIO
Ø = 30 mm
B

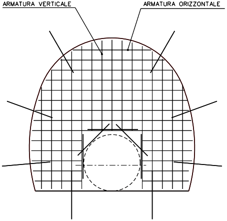
"OPERE COMPLEMENTARI"
SISTEMI DI CHIUSURA TUNNEL
PARTICOLARE "D"


A
PIASTRA DI CHIUSURA IN C.A.
N°2 FORI PER PASSAGGIO
TUBAZIONE PER L'INIEZIONE DELL'INTASAMENTO
0.70
0.50
BARRE DI ANCORAGGIO
FORO PER
PASSAGGIO
CAVI P.E.
3.60
FORO PER PASSAGGIO DEI
TUBI DI PROTEZIONE DELLA
POLIFORA PORTACAVO
(N°3 TUBI IN PEAD DN 50)
+ CAVO TELECOMUNICAZIONI
FORO PER PASSAGGIO CAVI P.E.
TUBO DI PROTEZIONE
FORO PER PASSAGGIO DELLA
TUBAZIONE
A
METANODOTTO DN 1200 (48")

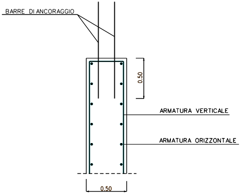
SEZIONE A-A

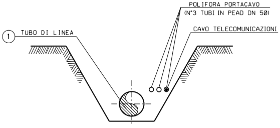

B
0.50
TUNNEL
N°2 FORI PER PASSAGGIO
TUBAZIONE PER L'INIEZIONE
DELL'INTASAMENTO
ARMATURA ORIZZONTALE
PIASTRA DI CHIUSURA IN C.A.
ARMATURA VERTICALE
2 TUBO DI PROTEZIONE DN 1400 (56")
1.00
1.00
METANODOTTO DN 1200 (48")
ANELLO DISTANZIATORE A COLLARE
(ELEMENTI IN POLIETILENE AD INCASTRO)
ANELLO DISTANZIATORE A COLLARE
(ELEMENTI IN POLIETILENE AD INCASTRO)
3 ANELLO DI CHIUSURA
TERMORESTRINGENTE
ANELLO DI CHIUSURA
TERMORESTRINGENTE 3
BARRE DI ANCORAGGIO
FORI PER BARRE DI ANCORAGGIO
Ø = 30 mm
B

SEZIONE B-B

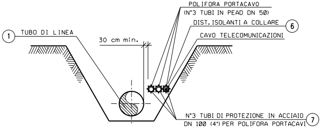

ARMATURA VERTICALE
ARMATURA ORIZZONTALE

PARTICOLARE DISPOSIZIONE
BARRE DI ANCORAGGIO PIASTRA GALLERIA E TUNNEL


BARRE DI ANCORAGGIO
0.50
ARMATURA VERTICALE
ARMATURA ORIZZONTALE
0.50

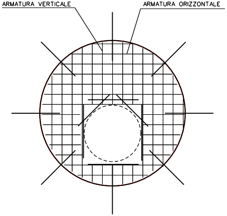

POLIFORA PORTACAVO
(N°3 TUBI IN PEAD DN 50)
CAVO TELECOMUNICAZIONI
1
TUBO DI LINEA

SEZIONE Z-Z (SCAVO A CIELO APERTO)


POLIFORA PORTACAVO
(N°3 TUBI IN PEAD DN 50)
DIST. ISOLANTI A COLLARE
6
CAVO TELECOMUNICAZIONI
1
TUBO DI LINEA
30 cm min.
N°3 TUBI DI PROTEZIONE IN ACCIAIO
DN 100 (4") PER POLIFORA PORTACAVI
7

SEZIONE H-H (SCAVO A CIELO APERTO)

SEZIONE B-B


ARMATURA VERTICALE
ARMATURA ORIZZONTALE

CRITERI DI ESECUZIONE:

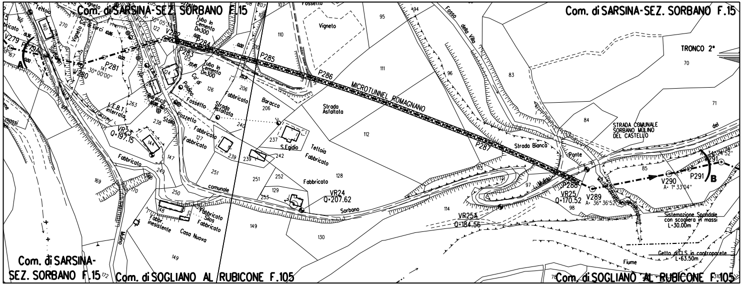
LE CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E DIMENSIONALI DEL SISTEMA DI CHIUSURA SONO DA CONSIDERARSI ORIENTATIVE; ESSE VERRANNO DEFINITE IN DETTAGLIO, UNITAMENTE AL DIMENSIONAMENTO DELLE ARMATURE, IN APPOSITI ELABORATI DI PROGETTO IN DIPENDENZA DELLA CONFIGURAZIONE PLANO-ALTIMETRICA DEL TUNNEL, DELLA TIPOLOGIA D'INTASAMENTO, DELLA NATURA DELLE PARETI, ETC.).

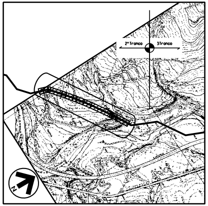
- IL SISTEMA DI CHIUSURA (PIASTRA) VIENE REALIZZATO CON LO SCOPO DI PERMETTERE L'INTASAMENTO DELL'INTERCAPEDINE TRA IL TUNNEL E LA CONDOTTA;

- I CRITERI ESECUTIVI SARANNO STABILITI IN PROGETTO E/O SPECIFICHE TECNICHE; IN GENERALE SI PROCEDERA' SECONDO LE FASI OPERATIVE DI SEGUITO RIPORTATE:

a) POSA DELLA CONDOTTA
b) REALIZZAZIONE DEL SISTEMA DI ANCORAGGIO, POSIZIONAMENTO DELL'ARMATURA E DEI CASSERI
c) GETTO DEL CALCESTRUZZO E MATURAZIONE PER ALMENO 28 gg.
d) INTASAMENTO DELL'INTERCAPEDINE TUBO-TUNNEL

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	N.
1° TRONCO-PLANIMETRIA CATASTALE 1:2000	10-LB-43E-81100


Com. di SARSINA-SEZ. SORBANO F.15
Com. di SARSINA-SEZ. SORBANO F.15
Com. di SARSINA-SEZ. SORBANO F.15
Com. di SOGLIANO AL RUBICONE F.105
Com. di SOGLIANO AL RUBICONE F.105
MICROTUNNEL ROMAGNANO
TRONCO 2°
Tubo in Cemento Dn300
P281
P283
P284
P285
P286
P287
P288
P291
V279
V280
V289
V290
VR23 Q=197.15
VR24 Q=207.62
VR25 Q=170.52
VR25A Q=184.56
A
B
Strada Asfaltata
Strada Bianca
STRADA COMUNALE SORBANO MULINO DEL CASTELLO
Fosso della Villa
Vigneto
Fabbricato
Teltoia
Baracca
S.Egidio
Sorbano
Casa Nuova
Silos
Ponte
Fiume
Sistemazione Spondale con scogliera in massi L=30.00m
Getto di CLS in contropareto L=63.50m



COROGRAFIA 1:10000
Foglio CTR 266061 - 266070 - 266074

TABELLA DELLE ANNOTAZIONI

①	Tubo di acciaio grado L450 MB DN 1200 (48") Di 1184.3 mm Sp. NORMALE Sp. 16.1 mm costruito secondo tab. GASD A.01.01.31 u.e. rivestimento in Polietilene Sp. 3.3 mm	
	Tubo di acciaio grado L450 MB DN 1200 (48") Di 1184.3 mm Sp. MAGGIORATO Sp. 18.9 mm costruito secondo tab. GASD A.01.01.31 u.e. rivestimento in Polietilene Sp. 3.3 mm	
⑥	Distanziatori isolanti a collare con fissaggio ad incastro	
	tubo di linea DN 1200 (48") anelli	n. 50
	tubo di protezione in acciaio per polifora portacavo DN 100 (4") anelli	n. 218
⑦	Tubo di protezione in acciaio DN 100 (4") Sp. 4.0 mm per polifora portacavi	1878.96 m
⑧	Microtunnel in conci in c.a. Di=2000 mm	434.32 m
⑨	Slitte con pattini antifrizione con interasse pari a max 15.00 m	n. 29
⑩	Punto di misura P.E. in armadio custodia apparecchiature secondo GASD A 7.01.01 u.e.	n. 1

Rev.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO AUTORIZZATO
5	01/06/23	EMISSIONE PER APPALTO	L.RICCI	M.AGOSTINI F.MARCHETTI	A.BRUNI G.BRIA
3	29/11/13	EMISSIONE PER COMMENTI P.E.	G.GREGORINI	F.FERRINI	V.FORLIVESI M.MATTEUCCI
2	15/11/12	VARIATO PER AGGIORNAMENTO TRACCIATO - EMISSIONE PER PERMESSI	F. CERRUTO	F. FERRINI	V. FORLIVESI M. MATTEUCCI
1	15/09/08	EMISSIONE PER "PARERE DI CONFORMITA' SUL PROGETTO" D.M. 04/05/98	S.WALKER	F. FERRINI	P. IORIO L. ROSSINI
0	20/06/08	EMISSIONE PER PERMESSI	G. VARANI	F. FERRINI	P. IORIO L. ROSSINI

PROGETTISTA
Rif.TEN: 2295-302-DW-3545-ANNESSO 4

COMMESSA NQ/R22358
CODICE TECNICO 13247

METANODOTTO: SESTINO - MINERBIO
2° TRONCO CASTELDELCI - SARSINA
DN 1200 mm (48") DP = 75 bar

ATTRAVERSAMENTO: GALLERIA E MICROTUNNEL ROMAGNANO
S.C. MULINO ONOFRI, S.C. SORBANO MULINO,
S.C. SORBANO MULINO ONOFRI E FOSSA DELLA VILLA

DIS. N. ANNESSO 4
REVISIONE 3
FG. 1 DI 1
SCALA 1:500 - 1:200

T.EN ITALY SOLUTIONS S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

A2

DOCUMENTO DI PROPRIETA' SNAM. LA SOCIETA' TUTELERA' I PROPRI DIRITTI IN SEDE CIVILE E PENALE A TERMINI DI LEGGE.